

VŠB -TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Úkoly báňské záchranné služby v SHP

Objectives of Mines Rescue Service in Nort-bohemian Coal-field

Vedoucí diplomové práce:

Prof. Ing. Adamus Alois, Ph.D

Datum zadání:

31. 10. 2008

Datum odevzdání:

30. 4. 2009

MOST 2009

Radim Slabák

Prohlášení

- Celou diplomovou práci jsem včetně příloh vypracovala samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Ve své programové aplikaci jsem použil modul pro transformaci vektorových dat mezi prostorovými referenčními systémy, vytvořený ing. Markétou Hanzalovou.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. autorský zákon, zejména § 35 - využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 - školní dílo
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská -Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst.3)
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona
- Bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě dne 30. 4. 2009

.....
Radim Slabák

Most, Kpt. Jaroše 31/6

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Předložená práce v obecné části seznamuje s organizací báňské záchranné služby (dále jen BZS) s jejími úkoly a zásahovou činností. Hlavní orientací práce je zásahová činnost při likvidaci požárů (endogenních a exogenních). Seznamuje s teoriemi vzniku těchto požárů, se snahou aplikace desetiletí výzkumu v oblasti prevence a represe do praxe. Popisuje několik výstupů z této oblasti a z nich vyplývajících zkoušek prostředků pro prevenci a represí požárů. Snaží se na základě uvedení transparentních příkladů z praxe, zhodnotit využitelnost těchto teorií, postupů a prostředků na dnešní podmínky z hlediska ekonomického a praktického. V závěru navrhuje vytvoření příručky pro prevenci a represí endogenních požárů, v které by byly sjednoceny optimální i efektivní způsoby prevence a represe požárů v SHP s využitím některých nových prostředků a poznatků z praxe, garantem zpracování odborného obsahu a vydavatelem by byla HBZS Most.

ANNOTATION DISSERTATION

Submitted work in common parts acquaint with organization planning Mining Rescue Services (MRS) with its activities and rescue actions. Primary objective orientation of this work is fire fighting activity at liquidation fires (endogenous and exogenous). Acquaint with theories of fires, with endeavor application of the research of number decennium in the prevention areas how about use repression to the practice. Author describes several ascents from those areas and agents examinations resulting of them, for prevention and repression fires.

This work try - on the grounds of introduced transparent examples from the practice - valorize utilizable of these theories, procedures and agents on today's conditions in light of economic and functional.

Author suggests creation a manual for prevention and repression endogenous fires at the close in this work. In this manual would be united optimum and effective means of prevention and repression of fires in North Bohemian Basin with usage of some new agents, how about knowledge from experience. The Main Mining Rescue Service Most would be the processing guarantee of special content and editor.

Seznam použitých zkratk

SHP	Severočeská hnědouhelná pánev
ČR	Česká republika
BZS	Báňská záchranná služba
HBZS	Hlavní báňská záchranná stanice
RBZS	Revírní báňská záchranná stanice
ÚBZS	Ústřední báňská záchranná stanice
ZBZS	Závodní báňská záchranná stanice
VÚHU	Výzkumný ústav hnědého uhlí
ČBÚ	Český báňský úřad
FMPSV	Federální ministerstvo práce a sociálních věcí
IRMB	International Mines Rescue Body (Mezinárodní orgán pro báňské záchranářství)
a. s.	Akciová společnost
SHZ	Stabilní hasicí zařízení
PHP	Přenosné hasicí přístroje
LU a. s.	Litvínovská Uhelná akciová společnost
VU a. s.	Vranská Uhelná akciová společnost
DTS	Dopravně technické služby

OBSAH

1	ÚVOD	- 1 -
2	ORGANIZACE BZS V ČR	- 2 -
2. 1	Historie BZS a jejího organizačního uspořádání na území ČR	- 2 -
2. 2	Organizační členění BZS	- 4 -
3	LEGISLATIVA BÁŇSKÉHO ZÁCHRANÁŘSTVÍ	- 5 -
4	SLUŽEBNÍ ŘÁD HLAVNÍ BÁŇSKÉ ZÁCHRANNÉ STANICE	- 5 -
4. 1	Služební řád HBZS Most a jeho součástí	- 5 -
4. 2	Zásahový řád HBZS Most	- 6 -
5	ZÁSAHOVÁ ČINNOST HBZS MOST	- 6 -
5. 1	Porovnání vývoje zásahové činnosti	- 6 -
5. 2	Předpokládaný vývoj	- 8 -
6	ENDOGENNÍ POŽÁRY	- 9 -
6. 1	Vznik endogenních požárů	- 9 -
6. 1. 1	Jednotlivé teorie vzniku endogenních požárů	- 10 -
6. 1. 2	Důležité faktory vzniku endogenních požárů v SHP	- 11 -
6. 2	Zjišťování endogenních požárů	- 18 -
6. 2. 1	Plynoměrné indikační metody	- 18 -
6. 2. 2	Teploměrné indikační metody	- 22 -
6. 2. 3	Vizuální indikační metody	- 24 -
6. 3	Prevence endogenních požárů	- 25 -
6. 3. 1	Pravidla pro prevenci používaná na hnědouhelných lomech v SHP:	- 26 -
6. 3. 2	Pravidla pro prevenci používaná na dole Centrum v SHP:	- 27 -

6. 3. 3	Preventivní činnost HBZS Most.....	- 27 -
6. 4	Represe endogenních požárů	- 29 -
6. 4. 1	Endogenní požáry důlních děl ústících na povrch	- 31 -
6. 4. 2	Endogenní požáry malého rozsahu.....	- 31 -
6. 4. 3	Endogenní požáry plošné ,většího rozsahu.....	- 31 -
6. 4. 4	Endogenní požáry v hlubinném dole	- 33 -
6. 4. 5	Endogenní požáry vlivem dřívější hornické činnosti	- 36 -
7	EXOGENNÍ POŽÁRY	- 38 -
7. 1	Vznik exogenních požárů.....	- 38 -
7. 2	Prevence a represe exogenních požárů	- 38 -
7. 3	HBZS Most a exogenní požáry	- 38 -
8	NÁVRH PŘÍRUČKY PREVENCE A LIKVIDACE ENDOGENNÍCH POŽÁRŮ NA POVRCHOVÝCH LOMECH.....	- 39 -
9	ZÁVĚR	- 47 -

1 Úvod

Vývoj báňské záchranné služby provází přes více než stoletou historii neustálý boj s přírodou. Ani nejlepší a nejmodernější zabezpečovací zařízení nezaručí naprostou bezpečnost horníků, podílejících se na dobývání nerostů. Pokud bude hrozit byť nepatrné nebezpečí ohrožení životů nebo majetku vlivem hornické činnosti, bude zde i báňská záchranná služba. Útlum hornictví nutí těžební společnosti ke snižování nákladů ve všech směrech. Což se samozřejmě dotýká i báňské záchranné služby. Pryč je dávno její orientace pouze a výlučně na hornictví. Využití profesních dovedností a technického vybavení v civilním sektoru je v dnešní ekonomické situaci nutností. Nikdy by však neměla honba za penězi přesáhnout únosnou mez, která by profesionální báňské záchranáře nutila zanedbávat výcvik, profesní dovednosti a zapomínat letité návyky ze záchranářské praxe.

Na jedné straně útlum těžebních lokalit, snížení množství vydobytého nerostu a v neposlední řadě mnohaletý výzkum a vývoj v oblasti prevence a represe endogenních a exogenních požárů, na straně druhé dlouhodobá intenzivní hornická činnost v SHP mající za následek neustále se zvyšující počet partií uhelné sloje povrchových lomů narušené hlubinou těžbou, postup povrchových lomů do stále větších hloubek i těžbu zbytkových partií dobývacího prostoru posledního hlubinného hnědouhelného dolu Centrum a s ním souvisejícího zvýšeného počtu endogenních požárů. Proto je stále prevence a represe endogenních a exogenních požárů jednou z prioritních záchranářských činností, která by neměla být opomíjena. Několik desetiletí progresivního vývoje v této oblasti (od roku 1955 se touto problematikou ve VÚHU zabývalo mnoho výzkumných týmů, které publikovali více než třicet výzkumných zpráv) vybízí po zhodnocení a využití nejen v záchranářské praxi. Je pravdou, že tento vývoj byl v posledních letech hlavně z ekonomických důvodů omezen, to ale neznamená, že by měl být zanedbáván.

O to více vyvstává potřeba publikace, která by pracovníky, přicházejícím do styku s endogenními a exogenními požáry, seznámila s problematikou, s některými novými poznatky nebo ji oživila.

2 Organizace BZS v ČR

2.1 Historie BZS a jejího organizačního uspořádání na území ČR

Hornictví je obor, mající v naší zemi dlouholetou tradici. Při hornické činnosti a těžbě nerostů docházelo vždy k nehodám a haváriím. Pomoc zraněným a ohroženým pracovníkům byla poskytována spontánně, bez znalostí rizik a osobní ochrany zachránců. Při každé větší důlní katastrofě docházelo většinou na nátlak veřejnosti ke změnám hlavně v oblasti báňské legislativy.

Mezníkem ve změnách báňského práva, mající vliv na vznik báňské záchranné služby je rok 1897, kdy báňské hejtmanství ve Vídni (dále jen báňského hejtmanství) vydalo Zvláštní nařízení č. 692/1897 "směřující k zajištění ochrany osob a majetku v případě výbuchu traskavých plynů nebo uhelného prachu".

V roce 1905 je Předpisem báňského hejtmanství, mimo jiné, dán první podnět k vytváření báňských záchranných stanic vyššího typu.

V roce 1908 jsou nařízením báňského hejtmanství zřízeny ústřední záchranné stanice (dvoustupňová organizace báňské záchranné služby).

V roce 1923 vyroben dýchací přístroj Dräger – model 1923.

V roce 1943 jsou Nařízením ministerstva hospodářství a práce č. 290/1943 o organizaci báňské záchranné služby v hornických závodech, sjednoceny požadavky na výkon, systém a vybavení báňských záchranných sborů a stanic na celém území Čech a Moravy.

V roce 1947 vyhláškou ministerstva průmyslu zřízena jednotná báňská záchranná služba s třístupňovou organizací HBZS - ÚBZS - ZBZS. Jsou zřízeny dvě HBZS a to v Mostě s oblastí působnosti pro území Čech a v Ostravě pro území Moravy, Slezska a Slovenska. Mezi hlavní úkoly patří: zajišťování výchovy a výcviku záchrannářů, provádění kontrol a zkoušek dýchacích přístrojů, metodické a odborné řízení podřízených stanic.

V roce 1951 zřízení stálé pohotovostní služby (z řad dobrovolných záchrannářů) a to: na HBZS v Ostravě, v Mostě a na významnějších centrálních stanicích.

V roce 1957 jsou příkazem ministra paliv č. 9 dnem 1. srpna 1957 zřízeny profesionální báňské záchranné sbory a stálé pohotovostní služby báňských záchrannářů

z povolání na HBZS v Mostě, Ostravě Radvanicích a ÚBZS v Lazích, následně pak i na uranových dolech. Dále zřízeny stálé pohotovosti dobrovolných báňských záchranářů na ÚBZS Kladno, ÚBZS Sokolov a ÚBZS Handlová.

V roce 1959 podepsaná mezivládní dohoda (poprvé na světě) o vzájemné pomoci na úseku báňské záchranné služby mezi ČSSR a PLR, která doposud platí.

V roce 1961 po nehodě na dole Dukla zřizovány stálé hlídky záchranářů na závodech. Tyto tří až pětičlenné hlídky jsou plně vybaveny k zásahu a nacházejí se přímo v dole.

Od roku 1967 je zajišťována koordinace činnosti jednotlivých HBZS Štábem záchranné služby.

V roce 1979 je podepsána multilaterální světově otevřená dohoda o vzájemné pomoci na úseku báňské záchranné služby, jejíž platnost je opět dodnes zachována.

V roce 1988 na základě Zákona Federálního shromáždění ČSSR č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství a Zákona České národní rady č. 61/1988 Sb., se poprvé v historii nařizuje zákonem zřizování báňské záchranné služby a její základní funkce.

V roce 1989 Vyhláška ČBÚ č. 67/1988 Sb., o báňské záchranné službě nařizuje zajištění nepřetržité lékařské služby pro podzemí dolů.

V roce 1991 vydána Vyhláška FMPSV č. 19/1991 Sb. o naplnění nejvyšší přípustné expozice (NPE). V letech 1991 a 1992 odchází z báňského záchranného sboru mnoho zkušených báňských záchranářů.

V roce 1992 Vyhláškou ČBÚ č. 341/1992 Sb. vstupuje v platnost nová právní úprava, která ruší třístupňovou organizaci báňské záchranné služby, mění ji na dvojstupňovou (RBZS - ZBZS) a původní název Hlavní báňské záchranné stanice se mění na Revírní báňské záchranné stanice. Zavádí se rovněž třetí stupeň záchranářské legislativy a tou jsou Služební řády báňských záchranných stanic.

V roce 2001 je ustanoven Mezinárodní orgán pro báňské záchranářství (IMRB). Změna zákona č. 44/1988 Sb. a zákona č. 61/1988 Sb. (zákonem č. 315/2001 Sb. přináší kromě jiného i změnu názvu z revírních Báňských záchranných stanic na Hlavní báňské záchranné stanice).

V roce 2002 vydána nová Vyhláška Českého báňského úřadu č. 447/2001 Sb., o báňské záchranné službě. Báňská záchranná služba se vydáním zákona č. 206/2002 Sb. ze dne 24. dubna 2002 stala jednou z hornických činností ve smyslu zákona č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě [42].

2.2 Organizační členění BZS

Organizace BZS v ČR je dvoustupňová, tvoří ji báňské záchranné stanice, kterými jsou hlavní báňské záchranné stanice (Most, Ostrava, Praha, Hodonín) a jim dle místa působnosti příslušné závodní báňské záchranné stanice a báňské záchranné sbory těchto stanic. Samostatnou složku tvoří báňský záchranný sbor státní báňské správy.

Každá hlavní báňská záchranná stanice má stanoven obvod působnosti na základě Rozhodnutí Českého báňského úřadu v Praze, číslo jednací 4505/05, ze dne 29. 12. 2005 a to:

HBZS v Mostě zajišťuje úkoly při provádění hornické činnosti na povrchu a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu s působností na celém území České republiky ve smyslu § 6 Vyhlášky ČBÚ číslo 447/2001 Sb. „O báňské záchranné službě“. Výše zmíněné úkoly zajišťuje rovněž při provádění hornické činnosti v podzemí na dolech Centrum, Marie, Richard v Litoměřicích, Bratrství a Svornost v Jáchymově.

HBZS v Ostravě zajišťuje úkoly při provádění hornické činnosti v podzemí (s výjimkou lokality dolů Centrum, Marie, Richard v Litoměřicích, Bratrství a Svornost v Jáchymově) na celém území České republiky.

HBZS Hodonín zajišťuje úkoly při činnostech, při kterých může dojít k erupcím ropy a zemního plynu nebo erupcím vody pod tlakem (vrtné a geofyzikální práce, těžba, úprava nebo podzemní skladování kapalných nerostů a plynů v přírodních horninových strukturách nebo podzemních zásobnících) nebo při haváriích podobného typu na celém území České republiky.

HBZS Praha zajišťuje úkoly při provádění činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí, pokud je organizaci nařízeno zajištění báňské záchranné služby.

Do záchranného systému plošného působení byly dále zahrnuty tři vhodně dislokované Závodní báňské záchranné stanice, které zabezpečují nepřetržitou pohotovostní službu ZBZS Hamr, ZBZS Odolov a ZBZS Dolní Rožínka.

3 Legislativa báňského záchranářství

Současné právní základy báňské záchranné služby vychází z § 38 Zákona č. 44/1988 Sb., o *ochraně a využití nerostného bohatství* (horní zákon), § 7 Zákona č. 61/1988 Sb., o *hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě* a Vyhlášky ČBÚ č. 447/2001 Sb., o *báňské záchranné službě*.

4 Služební řád hlavní báňské záchranné stanice

Služební řád hlavní báňské záchranné stanice vydává po jeho schválení Českým báňským úřadem ředitel hlavní báňské záchranné stanice. Určuje organizační uspořádání hlavní báňské záchranné stanice a bližší vymezení jejich úkolů, počty členů báňského záchranného sboru, úkoly a práva báňských záchranářů, způsob výkonu pohotovosti, množství, typy, popřípadě i způsob použití věcných prostředků báňské záchranné stanice a podrobnosti o obsahu a rozsahu školení a praktických cvičení báňských záchranářů a specialistů. Dále určuje odpovědnost za plnění úkolů a povinností stanovených Vyhláškou Českého báňského úřadu č. 447/2001 Sb. *O báňské záchranné službě*.

4.1 Služební řád HBZS Most a jeho součásti

Služební řád HBZS Most byl schválen rozhodnutím ČBÚ v Praze čj. 4357/04 ze dne 22. 12. 2004 ve smyslu ust. § 26 odst. 1 Vyhlášky č. 447/2001 Sb., o báňské záchranné službě, ve smyslu změny dané Vyhláškou č. 87/2006 Sb., dále pak Rozhodnutím ČBÚ čj. 686/06 ze dne 6. 3. 2006 a Rozhodnutím ČBÚ čj. 3423/2008 ze dne 22. 12. 2008, kterými se schválily změny tohoto Služebního řádu.

Služební řád obsahuje:

1) **pohotovostní řád**, který stanovuje rozsah a podmínky pro nepřetržitou pohotovostní službu báňských záchranářů k neprodlenému zásahu v obvodu své působnosti. Dále stanovuje připravenost technických prostředků k neprodlenému zásahu, opatření k personálnímu zajištění neprodleného obnovení stálé pohotovosti v případě výjezdu na záchranářskou akci a v neposlední řadě je součástí pohotovostního řádu zajištění lékařské služby první pomoci. HBZS v Mostě zajišťuje stálou pohotovostní službu báňského záchranného sboru pro hlubinné doly, povrchové lomy a ostatní smluvní partnery ve stanoveném obvodu působnosti.

2) **poplachový řád**, který řeší: svolání báňského záchranného sboru, činnost členů báňského záchranného sboru při vyhlášení poplachu a při uvědomění o poplachu, a organizaci výjezdu.

3) **zásahový řád**, určuje: obecné zásady záchranné akce, taktiku vedení zásahů v dolech, na povrchu a v důlních dílech ústící na povrch, plánované nehavarijní zásahy

4) **výcvikový řád**, který určuje náplň, dobu trvání a četnost školení a praktického výcviku báňských záchranářů a kritéria hodnocení fyzické připravenosti báňských záchranářů

4.2 Zásahový řád HBZS Most

Podrobněji rozpracovává obecné zásady záchranné akce a vedení zásahu při havárii, vedení zásahu při zdolávání jednotlivých typů předvídatelných havárií a odstraňování jejich následků, vedení plánovaných nehavarijních zásahů, požadavky na stanovení a vybavení základny, četařské brašny, brašny mechanika a příruční lékárničky, požadavky na měřicí a detekční techniku a další vybavení čet báňských záchranářů. Zásahový řád dále upravuje a určuje základní úkoly členů báňského záchranného sboru při záchranné akci a při zásahu, vzor písemného příkazu pro čet, základní dorozumívací signály v zásahu, stravování a pitný režim záchranářů při akci. [27]

5 Zásahová činnost HBZS Most

HBZS v Mostě zajišťuje úkoly ve smyslu § 6 vyhlášky ČBÚ číslo 447/2001 Sb. „O báňské záchranné službě“, a to při provádění hornické činnosti na povrchu na celém území České republiky a na určených lokalitách v podzemí. Převažující činností je stále provádění zásahů na povrchových hnědouhelných lomech. Povrchové uhelné lomy jsou poznamenány hlubinnou báňskou činností, která po sobě zanechala množství nezavalených důlních chodeb a závalových polí.

5.1 Porovnání vývoje zásahové činnosti

Od doby vzniku stálých sborů záchranářů z povolání v roce 1957 prošla zásahová činnost rozmanitým vývojem. Již porovnání počtu závodních báňských záchranných stanic a počtu záchranářů (v roce 1957 je jich 30 s 578 dobrovolnými záchranáři, oproti roku 2008 se 2 závodními báňskými záchrannými stanicemi a 149 záchranáři) [7] hovoří za vše. Zásahová činnost převažující po většinu minulých let činnosti HBZS Most byla

orientována k hlubině. Mění se podmínky v hornictví přinesly i razantní změny v zásahové činnosti. Útlum uhelného hornictví, obzvláště hlubinného, téměř úplným zánikem hornictví rudného, dobývání povrchových uhelných lomů v závalových polích hlubinných dolů, těžba zbytkových pilířů posledního hnědouhelného dolu v ČR dolu Centrum ve složitých báňsko-technických podmínkách a hlavně změny ve financování (úbytek subjektů podílejících se na financování báňské záchranné služby, změna vlastníků těžařských společností apod.), nutně vedla ke změně orientace zásahové činnosti. Nutný nárůst komerčních zásahů v hornických i nehornických organizací a v neposlední řadě nárůst havarijních zásahů při likvidaci endogenních požárů.

Například v roce 2008 zasahovali členové HBZS ve 477 případech, což je nárůst proti předcházejícímu roku o 175 zásahů (+58 %). Tento poměrně značný nárůst zásahové činnosti se odvíjel zejména v oblasti havarijních zásahů na dole Centrum a v oblasti zásahů komerčních (viz. tabulka č. 1). [38]

Tabulka č. 1 Havarijní (speciální havarijní) zásahová činnost [38]

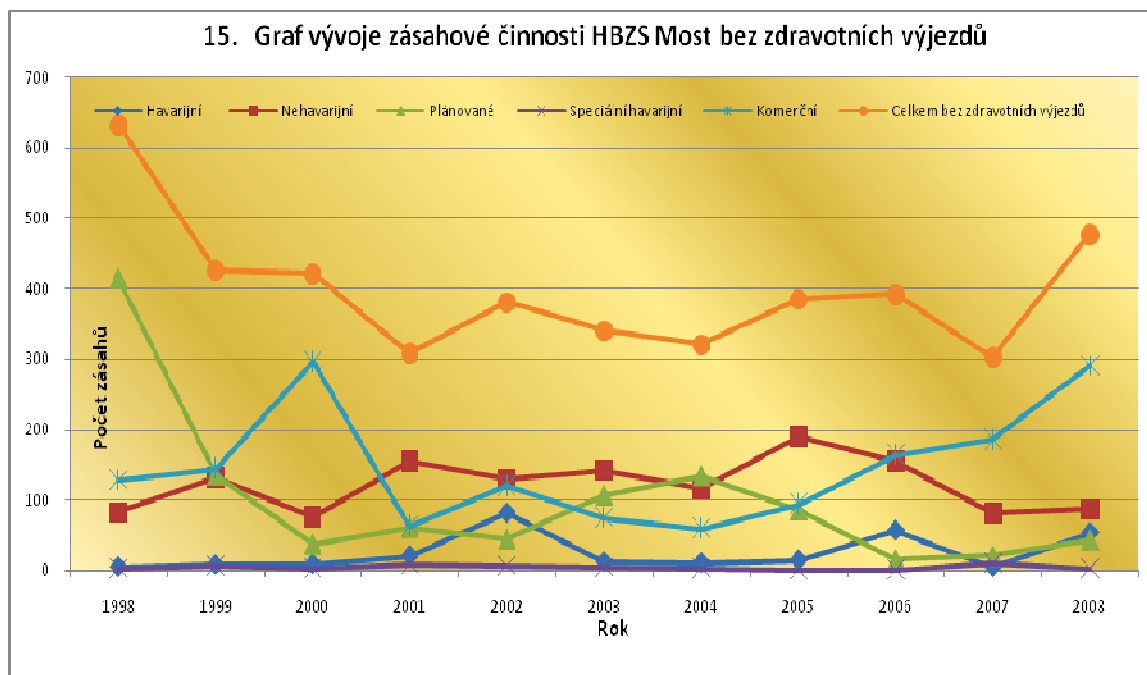
DRUH HAVÁRIE NEBO ZÁSAHU	Počet prvotních zásahů pohotovostních záchranných jednotek HBZS		Odpracováno hodin pohotovostními jednotkami HBZS		Odpracováno hod. ostatními jednotkami HBZS	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
V dolech:						
ohně endogenní	3	52	150	3495		
zdravotnické zásahy	1		2			
ostatní	1		48			
Na povrchu včetně lomů:						
ohně endogenní	2	3	80	134		
nedýchatelné ovzduší		1		56		
zásahy lezců	1		49			
zdravotnické zásahy	16	17	46	42		
ostatní zásahy	8		384			

Tabulka č. 2 Nehavarijní (nehavarijní, plánované, komerční) zásahová činnost [38]

DRUH AKCE NEBO ZÁSAHU	POČET AKCÍ		POČET ODPRACOVANÝCH HODIN	
	2007	2008	2007	2008
Plánované nehavarijní zásahy v dole celkem	20	43	1094	2175
Ostatní akce v dole celkem		111		4551
z toho pro komerci		111		4551
Ostatní akce na povrchu celkem	267	267	11991	11991
z toho pro komerci	186	181	6591	6185

5.2 Předpokládaný vývoj

Trend nastolený v posledních letech se nezmění, orientace na komerční činnost se bude ještě více prohlubovat. Pro porovnání vývoje zásahové činnosti za posledních 10 let viz. graf č. 1.



Graf č. 1 Vývoj zásahové činnosti v letech 1998 – 2008 [38]

6 Endogenní požáry

6.1 Vznik endogenních požárů

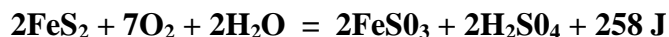
Náchylnost uhlí k samovolnému vzněcování je dlouhodobým předmětem zájmu všude tam, kde je uhlí dobýváno, skladováno i přepravováno. Již několik desetiletí se výzkumná pracoviště na celém světě zabývají touto otázkou, ve snaze nalézt spolehlivý ukazatel, na jehož základě by bylo možno tento jev předvídat. Výsledkem bylo mnoho tezí, avšak bez žádoucího výsledku a to zejména proto, že se zatím nepodařilo vytvořit obecný model uhelné hmoty, který by v celé rozmanitosti popisoval její chování. Podstatou skutečnosti vedoucí k tomuto nezdaru, jest, že jakékoliv vydělení uhlí pro laboratorní experimentální práce z jeho původního uložení, je vždy spojeno s nevratným narušením jeho původní rovnováhy. Samovolné vzněcování uhlí je procesem, který je ve své podstatě nahodilým procesem, s čímž souvisí nemožnost předvídat ani místo ani dobu jeho vzniku. Dosud publikované teorie zatím upřednostňují převážně jen některé stránky a podmínky samovznícení fyzikálně a chemicky tak složité látky jakou je uhlí.



*Obr. 1 Exogenní požár otevřeného důlního díla v uhelném řezu bývalého povrchového lomu
5. květen v Chabařovicích [archiv HBZS]*

6. 1. 1 Jednotlivé teorie vzniku endogenních požárů

V polovině 19. století patřila k uznávaným **teorie pyritová**, švédského chemika a lékaře **J. J. Berzeliuse**, dle které je příčinnou samovolného vznícení uhlí teplo vyvinuté při reakci pyritu (FeS_2) s kyslíkem a vodními parami. Proces, který lze vyjádřit rovnicí:



Praktickými pokusy byla tato teorie vyvrácena, zvláště zjištěním, že samovzněcovací proces probíhá v uhelných slojích i bez přítomnosti nebo se zanedbatelným obsahem pyritu a naopak, že sloje s vysokým podílem pyritové složky nemusí jevit sklon k samovznícení.

Teorie M. C. Pottera, tzv. **bakteriální** přisuzuje samovznětlivost uhlí účinkům exotermní činnosti mikroorganismů. Biologická činnost organických látek dle této teorie, vede ke vzrůstu teploty uhlí až na 70 až 75 °C. Při této teplotě mikroorganismy hynou, samovzněcovací proces však pokračuje v důsledku exotermických reakcí mezi organickými produkty uhynulých mikroorganismů a kyslíkem z důlního ovzduší. Laboratorními pokusy však bylo dokázáno, že bakterie nejsou schopny vyvolat v uhelné hmotě takové vzrůsty teploty, které by mohl vyústit v její samovznícení. Při pokusu, při kterém byl vzorek uhlí napadený bakteriemi vystaven po dobu dvaceti hodin ve vakuu teplotám 100 °C, bylo dosaženo zvýšení teploty vzorku uhlí jen o jeden maximálně dva stupně celsia.

Teorie fenolová, autora **F. Fischera**, je další v řadě nepotvrzených hypotéz. Podle ní, je proces samovznícení vyvolán okysličováním fenolových skupin, které jsou pravidelnou složkou organické části uhelné hmoty. Pozdějším výzkumem, byla dokázána značná netečnost fenolů k molekulárnímu kyslíku, čímž byla tato teorie vyvrácena.

Přijatelnějším vysvětlením vzniku složitějšího samovzněcovacího procesu, je **teorie komplexu uhlík-kyslík**, a to chemickými exotermickými reakcemi uhelné hmoty s kyslíkem. Na těchto reakcích se ze strukturálního složení makromolekuly uhlí podílí významně benzenová jádra, způsob jejich členění, zvláště typ a počty bočních řetězců jsou jedním ze stěžejních vnitřních faktorů ovlivňujících vznětlivost uhelné masy. U struktury makromolekuly uhlí s vyšším stupněm prouhelnění převládají kondenzovaná benzenová jádra, u uhlí s nižším stupněm prouhelnění zase boční řetězce. Tímto poznatkem lze vysvětlit i nižší náchylnost k samovznícení kvalitních vysokokalorických druhů uhlí, jejichž struktura je uspořádanější a tvarově se blíží krystalické mřížce grafitu.

Další z teorií procesu samovznícení uhlí je teorie **kohezní energie jako faktoru vývinu vysoké teploty v centrální oblasti uhelné částice**. Aby se uskutečnilo samovolné zvyšování teploty uhlí v rámci tepelně dobře izolovaného systému, je třeba, aby systém nebyl v rovnováze nebo byl vnějším impulsem z rovnováhy vyveden. Nový iniciátor samovolného zvyšování teploty uhlí navrhli Medek a Weishauptová [19], kterým je samovolné rozpojování uhelné hmoty, jež se projevuje praskáním uhlí.

Rozpojení částice uhlí je provázeno, stejně jako u všech kapalných a tuhých látek, přerušením vnitřních vazeb a vznikem nových povrchových ploch. Energie, jež se u fyzikálně homogenní tuhé látky uvolní přerušením vazebních sil, se označuje jako kohezní a podle povahy přerušení vazby se její část přemění v teplo, část se stabilizuje v povrchu ve formě povrchové energie. Vliv kohezní energie na další osud uhlí se řídí podmínkou její akumulace. Při samovolném rozpojování uhlí se praskliny tvoří hlavně v centrální oblasti uhelné částice, přičemž částice aniž by se rozpadla, zůstává nadále ve svém původním objemu a svou hmotou tepelně izoluje okolí praskliny.

Při každém praskání uhlí nemusí ještě docházet k zvýšení teploty na bod vznětu, nýbrž pouze souběhem příznivých okolností, které ze samovznícení vytvářejí nahodilý jev.

Jsou to:

- tepelná izolace aktivních center prasklin,
- transport reakčních partnerů oxidační reakce oběma směry,
- energie uvolněná roztržením vazby musí kondenzovat ve formě tepla pouze na jedné straně praskliny.

Příznivý případ nastane, jestliže při vzniku praskliny dojde k roztržení určitého minimálního počtu energicky bohatých vazeb, které jsou vůči sobě v takové poloze, aby společně uvolněné teplo vyvolalo mikrooheň na patřičně velké ploše, jež zaručuje jeho existenci. Pro potvrzení tohoto nového procesu samovzněcování z nového hlediska chtěli uvedení autoři podat experimentální důkaz. Bohužel k němu, již vlivem společenských i jiných změn, nedošlo.

6. 1. 2 Důležité faktory vzniku endogenních požárů v SHP

Odborná pracoviště v základním i aplikovaném výzkumu se shodují v poznání, že základní podmínkou vznícení uhlí je splnění dvou faktorů. Prvním faktorem je přítomnost reakčního partnera, v nejběžnějším případě vzdušného kyslíku a druhým faktorem je

dostatečně vysoká teplota pro energický termický rozklad uhelné hmoty, to znamená iniciátor samovolného zvyšování teploty uhlí k dosažení teploty vznětu.

Dokud nebude zjištěna podstata druhého faktoru, která bude teoreticky zdůvodněna a pro praxi využitelná, nelze stanovit jednotnou účinnou prevenci k utlumování rozmanitých pochodů probíhajících při samovznícení hnědouhelné substance. K uvedeným faktorům, které ovlivňují vznik a vývoj zapařování a samovznícení uhlí jsou známe činitele:

a) **vnitřní**, dané fyzikálně-chemickou povahou uhelné substance vymezující stupni náchylnosti k samovolnému vzněcování uhlí za zcela určitých podmínek.

b) **vnější**, charakterizované podmínkami přístupu vzdušného kyslíku k uhlí a rozptylem nebo akumulací vznikajícího tepla, které potom zvyšuje teplotu uhelné substance až k bodu vznětu. U hnědého uhlí je absolutní bod vznětu 150 °C a v současné době je ověřeno, že samotná interakce uhlí s kyslíkem nevede až k jeho vznícení.

Index stupně náchylnosti uhlí k samovznícení (I_Z) - všeobecně je známo, že severočeské hnědé uhlí vykazuje vysoký stupeň oxireaktivity ke vzdušnému kyslíku.

VÚHU v Mostě provedl měření sklonu náchylnosti hnědého uhlí SHP k samovznícení. Jako faktor pro energický termický rozklad uhelné hmoty byl sledován vliv příměsí modifikací síry a jílových minerálů na stupeň náchylnosti uhlí k samovznícení a vliv absorpce kyslíku. Měření prokázalo přímou závislost velikosti sorpce kyslíku na hodnotě I_Z . Vliv přítomnosti síry na hodnotu I_Z nebyl měřením prokázán. U jílových minerálů byla zjištěna tendence k nepřímé závislosti mezi jejich obsahem a velikostí hodnoty I_Z . Je třeba zdůraznit, že se jedná o jílové minerály, rozptýlené ve vlastní uhelné hmotě.

Většina známých laboratorních metod klasifikace sklonu k samovznícení byla vypracována pro uhlí s větším stupněm prouhelnění. Pro malou vhodnost pro klasifikaci hnědých uhlí, byla ve VÚHU vypracována metoda jiná. Je v ní přihlíženo k šesti hlavním parametrům. A to k hodnotám bodu vznětu původního bezvodého vzorku, relativnímu oxidačnímu stupni vůči kyslíku a hodnotám smáčivých a oxidačních tepel. Metoda byla použita nejen ke klasifikaci uhlí z jednotlivých lokalit, ale i k posuzování hasebních prostředků a možnosti použití inhibitorů samovznícení. Pro stanovení uvedených hodnot byl sestaven modelový přístroj a stanoveny standardní pokusné podmínky. Uhlenné vzorky

byly děleny dle hodnot sklonu k samovznícení do tří kategorií a stanoven index stupně náchylnosti uhlí k samovznícení:

SKUPINA INDEX STUPNĚ I_Z [$^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$]

- I. uhlí vysoce reaktivní nad 90
- II. uhlí reaktivní 50 - 90
- III. uhlí nereaktivní do 50

Index stupně náchylnosti uhlí k samovznícení (I_Z) vyjadřuje se rychlostí vzestupu teploty ve $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$. Na základě vyhodnocení měření VÚHU Most v letech 1987 a 1988 lze říci, že hodnota I_Z charakterizuje sklon uhlí k hoření či míru jeho hořlavosti. Je to zřejmé zvláště z přímé závislosti na sorpci kyslíku a nepřímé závislosti obsahu jílových minerálů. I_Z tedy nevystihuje vlastní sklon k samovznícení uhlí, ale může charakterizovat např. schopnost reakce uhlí s kyslíkem, který může být prvotní příčinou zvýšení teploty uhelné hmoty.

Metodou VÚHU byly změřeny všechny lokality SHP. [29]

Obsah vody v uhlí

Jeden z podstatných prvků patřící k vnitřním činitelům je:

- vlhkost hnědého uhlí vede ke zvýšení sklonu k samovznícení,
- překročení kritického obsahu vody v hnědouhelné hmotě naopak sklon k samovznícení potlačuje.

Při probíhajících oxidačních reakcích je významná přítomnost vody, která zvyšuje rychlost nízkotepečné oxidace. Za přítomnosti vody totiž dochází k rozpouštění kyslíku v adsorbčních povlacích vody na povrchu uhlí a tím je zvyšována jeho aktivita. Tento jev souvisí bezprostředně s kapilární strukturou uhelné hmoty a je do jisté míry podmíněn velikostí smáčivého tepla, k jehož vybavení dochází při styku relativně suché uhelné hmoty s vodou, eventuálně vzdušnou vlhkostí.

Platnost tohoto názoru byla potvrzena při sledování změn hodnot bodu vznětu ve VÚHU v Mostě, kde bezvodé vzorky vystavené účinku proudícího kyslíku vykazovaly mnohem vyšší hodnoty bodu vznětu než vzorky s obsahem vody.

Oxidace hnědouhelné hmoty

Molekulární mechanismus oxidačních reakcí probíhajících stykem uhelné substance s kyslíkem není zatím přesně ujasněn a definitivně vyřešen v základním výzkumu, i když tomuto problému byla věnována značná pozornost.

Oxidace hnědouhelné hmoty má různé formy, podle podmínek za kterých probíhá. Je prokázáno, že v počátečním stadiu za normální teploty dochází k fyzikální sorpci kyslíku na uhelnou hmotu.

Výsledky aplikovaného výzkumu prokázaly, že bezprostředně po styku oxidací neporušené uhelné hmoty s atmosférickým kyslíkem dochází k procesu, který lze označit jako skrytou přípravu uhlí k samovznícení. V průběhu tohoto procesu, který podle vnějších provozních podmínek probíhá v období několika týdnů až měsíců, dochází ke zvýšení sklonu hnědého uhlí k samovznícení a za optimálních podmínek vede tato nízkoteplotná oxidace ke vzniku záparů. Nejvíce je preferována nízkoteplotní oxidace uhlí, které je podsouváno přirozené pokračování méně energických oxidačních reakcí, jež probíhají již od samého počátku styku uhlí s kyslíkem a svým tepelným zabarvením postupně zvyšují teplotu uhlí až k bodu vznětu. Nízkoteplotná oxidace zahrnuje období skryté přípravy uhlí k samovznícení.

Nízkoteplotnou oxidací je například zvětrávání nebo tlení způsobené mikroorganismy, při kterém dochází zmenšení pevnosti a soudržnosti uhelné hmoty. Z fyzikálního hlediska byl proto sledován rozdíl v mezních teplotách a v rychlosti, jakou proces probíhá. Za nízkých teplot probíhá oxidace pomalu, takže se reakční teplo, které se vyvíjí, rozptýlí do okolí a celý proces nemusí být provázen zřetelným zvýšením teploty. Se stoupající teplotou se rychlost oxidačních reakcí zvyšuje geometrickou řadou, kdežto rychlost difuze kyslíku k oxidovanému uhlí se zvětšuje mnohem pomaleji. Z toho plyne, že rychlost oxidace za vysokých teplot je dána pouze difusí a nikoli reakční rychlostí. Se stoupající teplotou se nemění jen oxidační rychlost, ale i forma. Proto byly stanoveny tři typické teplotní intervaly:

pod 70 °C	nízkoteplotná oxidace
70 – 200 °C	středně tepelná oxidace
nad 200 °C	vysokoteplotná oxidace

Při nízkoteplotné oxidaci je základním pochodem chemisorpce, která umožňuje reakci mezi určitými molekulárními skupinami uhlí a vzdušným kyslíkem. Vzhledem

k heterogennímu průběhu těchto reakcí musíme předpokládat, že k nim dochází nejen při styku vzdušného kyslíku s vnějším povrchem uhlí, ale převážně v kapilárních prostorech vnitřního povrchu. Tento vnitřní povrch dosahuje u obvyklých druhů hnědého uhlí značných plošných hodnot a nemá obdobu ve srovnání s jinými přírodními materiály. Proto byla v šedesátých letech ve VÚHU rozpracována nízkotepečná oxidace do tří fází [29]:

a) V první fázi dochází k tvorbě mezikomplexů peroxidického typu, které se v konečné fázi rozpadají za tvorby produktů totální oxidace uhelné hmoty. Uhlí nenarušené oxidací z počátku reaguje při styku se vzdušným kyslíkem v zónách bezprostředně pod povrchem uhelných zrn a postihuje přírodní kapiláry do nepatrné hloubky. Tento proces probíhá poměrně velkou rychlostí, zasahuje zejména hrany a trhliny uhelných zrn a je úměrný koncentraci kyslíku.

b) V druhé fázi dochází ke zpomalení procesu oxidace, protože kyslík, aby dosáhl reakce schopných skupin v uhlí, musí difundovat zoxidovanou vrstvu.

c) V konečné fázi dosáhne reakční zóna limitní hranice, kdy už dlouhá difúzní cesta kyslíku molekulárními póry znemožňuje oxidaci a dochází prakticky k zastavení nízkotepečné oxidace.

Důsledkem kontaktu uhlí s okolní atmosférou je po delší době pokrytí jeho povrchu více či méně stabilními sorpčními komplexy. V takovém stavu očekává uhlí v reálných podmínkách, tj. při teplotách 20 až 40 °C a běžném parciálním tlaku kyslíku ve vzduchu, zahájení procesu samovolného zvyšování teploty. Za nedokonalé výměny tepla s okolím mohou vznikat lokální zápary a tím i potenciální nebezpečná ohniska endogenních požárů. K tomu je však třeba, aby místo se samovolně zvyšující teplotou bylo vyvedeno z okamžitého stavu působením účinného druhého faktoru, který však musí být, jak již bylo uvedeno, v přímé souvislosti s fyzikálními nebo chemickými projevy samotného hnědého uhlí jako materiálu, nebo součástí prostředí, v němž uhlí existuje.

Akumulace tepla - teplota bodu vznětu

Množství tepla, které se vyvine při reakci určitého množství kyslíku s hnědouhelnou substancí, je závislé na teplotě, s kterou se mění i složení zplodin oxidace. Akumulace tepla při nízkotepečné oxidaci může za příznivých podmínek být i příčinou vznícení uhelné substance při dosažení individuální hodnoty bodu vznětu, ovlivněného zmíněnými dvěma faktory.

Přestože je zřejmé, že čím nižší je hodnota teploty bodu vznětu, tím snadněji se uhlí při samovolném zahřívání vznítí, tak bod vznětu sám o sobě nemůže charakterizovat náchylnost uhlí k samovznícení. Například z důvodu zjištění, že nízkotepeľnou oxidací uhelné hmoty se značně snižuje hodnota bodu vznětu původního vzorku, který nebyl narušen oxidací vzdušným kyslíkem.

Nevytvoří-li se podmínky pro akumulaci vznikajícího tepla, nastává dalším stykem uhelné substance s kyslíkem odeznění hlavního procesu oxidace a vlastní sklon k samovznícení klesá na hodnotu, při které ani v nepříznivých provozních podmínkách nedochází zpravidla k samovznícení uhlí.

Řešitelský tým se také v té době domníval, že ve většině případů však vlivem malé tepelné vodivosti uhlí a průvodních hornin dochází k akumulaci tepla, což vede k urychlení sorpce kyslíku, která zpětně působí na další zvyšování teploty. V záparových oblastech se potom pohybují plynule do teplot odpovídajících charakteristickému bodu vznětu jednotlivých druhů hnědého uhlí, který je v rozmezí 110 až 160 °C a jen ve výjimečných případech dosahují vyšších hodnot. Po dosažení bodu vznětu dochází ke vznícení uhlí, které je provázeno rychlým vzestupem teploty v rozmezí nad 200 až 1000 °C podle charakteru důlního požáru a přístupu vzduchu. [29]

Plynné škodliviny vznikající v procesu samovznícení hnědého uhlí a při důlních požárech

V první fázi nízkotepeľné oxidace převažují pochody chemisorpční nad procesy desorpčními. Uhelňá hmota se již za normální teploty slučuje s kyslíkem. Reakce je exotermická, tedy uvolňuje teplo. Za nízkých teplot vznikají nestálé sloučeniny mezi uhlíkem a kyslíkem rychleji než jak se rozpadávají a při vyšších teplotách probíhá rychlý rozklad těchto nestálých sloučenin. Podle této teorie rozeznáváme při procesu samovznícení dvě stadia:

- první stadium označované jako počáteční je charakterizováno nízkotepeľnou oxidací. Kyslík je převážně adsorbován uhlím a na jeho povrchu vznikají nestálé sloučeniny. Toto stadium je charakterizováno malým množstvím vzniklého tepla a zvětšováním váhy uhlí, odpovídající množství pohlceného kyslíku,

- druhé stadium je provázeno vznikem zplodin oxidace uhelné hmoty a to oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého a vody. Při tomto stadiu dochází k rozkladu nestálých kyslíkatých sloučenin vzniklých v prvním stádiu, v jehož průběhu se vybavuje 60 - 70 % tepla vzniklého oxidací uhelné hmoty.

Tím k exhalaci produktů oxidace hnědouhelné hmoty dochází až při vyšších teplotách a jejich maximum nastává až po dosažení charakteristického bodu vznětu. Rozhodujícími plynnými škodlivinami vznikajícími z požárů a záparů prokázanými analytickými stanoveními jsou H_2S , SO_2 , NO , NO_2 , CO a alifatické uhlovodíky (nasycené a nenasycené) a jejich kyslíkaté deriváty. V plynných zplodinách byla analyticky zjišťována i přítomnost CO_2 , CH_4 a H_2O . Z výsledků provedených pokusů vyplynulo, že patrný vzestup koncentrací oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého se projevil až při teplotách nad 80 °C, a to u všech odebraných vzorků z různých lokalit. Obsah CO se do teploty přibližně 150 °C zvyšoval, dále se pak s rostoucí teplotou ve zdroji neměnil. Rozmezí koncentrací CO v jednotlivých teplotních intervalech bylo: 60 až 150 °C 0,4 až 1,5 %.

150 až 300 °C 0,5 až 4,8 %

300 až 700 °C 0,5 až 5,0 %

Při důlních požárech za dostatku kyslíku byla analýzami prokázána koncentrace od 0,1 až 1 % CO .

U černého uhlí jsou koncentrace CO v samovzněcovacím procesu podstatně odlišné. Bodovým odběrem vzorků důlního ovzduší suchým způsobem v OKR, v místech mimo průchodní větrný proud byla zjištěna koncentrace CO [8]:

- v inkubační fázi při teplotě 30 až 60 °C 4 až 20 ppm,
- ve fázi zapařování při teplotě 60 až 100 °C 20 až 40 ppm,
- ve fázi samovznícení při teplotě 150 až 230 °C 100 až 400 ppm.

Uvedené zjištěné koncentrace CO při samovzněcovacím procesu černého a hnědého uhlí prokazují, že včasné zjišťování samovznícení uhlí na základě univerzální hodnoty absolutního objemového vývinu CO 10 litrů za minutu ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$), používané ve směrnici OKD, není pro hnědouhelné revíry spolehlivé.

6.2 Zjišťování endogenních požárů

Včasné zjištění raného stádia samovznícení vede k omezení jeho negativních důsledků (ohrožení bezpečnosti pracovníků a značných ekonomických ztrát).

Indikační metody můžeme rozdělit do tří základních skupin:

- a) plynoměrné indikační metody
- b) teploměrné indikační metody
- c) vizuální indikační metody

Problémem včasné indikace raného stádia samovznícení uhlí se hornictví potýká již více než sto let. Za tento poměrně dlouhý časový úsek však ještě nebyla nalezena metoda, pomocí které by bylo spolehlivě možné určit teplotu raného stádia ohniska samovznícení.

Většina metod včasného zjišťování samovznícení v hlubinných dolech je založena na sledování změn složení důlních větrů či-li na použití plynoměrných indikačních metod. Na povrchových lomech se plynoměrné indikační metody používají v daleko menším rozsahu, nejčastějším prostředkem jsou vizuální indikační metody.

6.2.1 Plynoměrné indikační metody

Jednou z prvních metod zjišťování samovzněcovacího procesu, bylo využívání **oxidu uhelnatého** ve vzorcích důlního ovzduší. Počátky této metody spadají do první poloviny dvacátého století (vznik doncasterské výzkumné laboratoře roku 1913 zabývající se především zkoumáním a sledováním samovznícení uhlí). V tomto období vznikla jedna ze zásadních metod pro určení stavu samovznícení, spočívající v poměru mezi vývinem oxidu uhelnatého CO a úbytkem kyslíku O₂, známá jako **Grahamův poměr** (Grahamův index CO). J. I. Graham při svých pokusech zjistil, že oxid uhelnatý se vyvíjí ve velmi malých koncentracích dokonce i při teplotě okolí a při zvyšování teploty se jeho vývin zvětšuje. Při delším se zabývání touto problematikou a realizací dalších analýz vypořádal, že při stoupající teplotě uhlí absorbuje větší množství kyslíku, které se za určitý čas vyvíjí ve formě oxidů uhlíku. To byl základ pro navržení metody pro určování stavu samovznícení. [18].

I když se jedná o metodu nejstarší, v řadě zemí se stále používá pro odhad teploty v ohnisku samovzněcovacího procesu jako doplňkového ukazatele, nebo závazného bezpečnostního kritéria (např. Polsko). Praktická aplikace této metody vychází z rozdílných dynamik vývinu oxidu uhelnatého a spotřeby kyslíku při oxidaci uhlí za

různých teplot. Objem oxidu uhelnatého roste se zvedající se teplotou daleko rychleji než spotřeba kyslíku. Na začátek samovznícení tedy upozorňuje nárůst hodnoty indexu. Mezi výhody této metody patří její částečná nezávislost na ředění sledovaných plynů v místě jejich odběru. Nevýhodou je v současné době nepoužitelnost v důlních dílech, kde je obsah kyslíku snížen vlivem inertizace použitím např. dusíku. Pro představu jsou v tabulce č. 3 uvedena typická rozmezí hodnot tohoto indexu.

Tabulka č. 3 *Grahamův index [33]*

Stav ve sledovaném úseku	Hodnota Grahamova indexu ($100 \cdot \text{CO} / \Delta \text{O}_2^{\text{def}}$)
Normální stav (nizkoteplotní oxidace)	0,1 – 0,5 %
Rozvíjející se záparový proces	0.5 – 1 %
Pokročilý zápar	1 – 2 %
Zápar přecházející v oheň	3 % a více

Oproti době autora Grahama se dnes za výlučný zdroj oxidu uhelnatého nepovažuje jen oxidace uhlí. Nezanedbatelným zdrojem krom naftových motorů, trhačů práce, práce s otevřeným ohněm apod., je intenzivní proces drcení a rozrušování uhlí [35,29]. Laboratorním měřením i měřením v důlních podmínkách v porubech s kombajnovým rozpojováním sloje (intenzivní rozpojování uhlí) bylo CO měřeno přímo v čerstvě napadané uhelné rubanině. V hnědouhelné sloji byly naměřeny koncentrace uvnitř čerstvě rozpojeného uhlí přesahující 200 ppm. U černého uhlí byla maximální hodnota kolem 35 ppm [29]. Takto exhalovaný oxid uhelnatý se vzápětí ředil procházejícím větrným proudem, výsledný efekt nárůstu oxidu uhelnatého je nepoměrně menší (cca do 10 ppm). Proto výskyt nízké koncentrace oxidu uhelnatého ve výdušných větrech produktivních pracovišť nemusí vždy signalizovat endogenní požár, ale může souviset s intenzivním drcením uhelné hmoty.

Dnes je oxid uhelnatý jedním ze standardních indikátorů samovzněcovacího procesu. Na základě ustanovení § 187 odst. 6 Vyhlášky ČBÚ č 22/1989 Sb. je stanoveno, že pro včasné zjištění procesu samovznícení organizace na vhodných místech zjišťuje a vyhodnocuje vývin kysličníku uhelnatého.

Pro stálou kontrolu oxidu uhelnatého v důlním ovzduší jsou v dolech rozmístěny **stacionární analyzátory** nebo **elektrochemická čidla** tak, aby zaznamenávala koncentraci CO ve výdušném proudu každého samostatného větrního oddělení a výdušném proudu větrní oblasti a ve slojích náchylných k samovznícení ve vtažném větrním proudu samostatného větrního oddělení a ve výdušném větrním proudu porubu a separátně větraného důlního díla, kde se razí nebo dobývá, s výjimkou porubních chodeb separátně větraných porubů a v dalších místech, určených závodním dolu (22/1989 Sb., § 109a, od. 3). V hnědouhelných hlubinných dolech byly donedávna používány stabilní kontinuální analyzátory typů UNOR a IREX (již jen důl Marie SU a. s. – 1 ks UNOR, 18 ks IREX) [38], dnes jsou nahrazovány elektrochemickými čidly na CO, zapojenými do monitorovacích systémů. Tyto progresivní měřicí ústředny mají variabilní software, umožňující plnění dalších požadavků. Na dole Centrum v SHP, je využíván monitorovací a řídicí systém MCS-02/V, ke kontinuální kontrole koncentrací oxidu uhelnatého (a metanu). Rozmístěná čidla ve větrní síti dolu jsou přes koncentrátory v dole napojeny na technologický počítač v dispečinku závodu, který mimo jiné zprostředkovává styk s prostředím (měření) funkčně spojených s měřením analogových hodnot CO s archivací všech naměřených dat [29].

Dalším důležitým prostředkem pro okamžité zjišťování oxidu uhelnatého (i jiných důlních plynů) jsou **přenosné osobní měřicí přístroje** (detektory, indikátory a analyzátory). **Detektory** využívají princip barevných chemických reakcí (indikační trubičky) – např. přístroj Universal U 66. **Indikátory a analyzátory** využívají rozdílných fyzikálních a chemických vlastností různých plynů a pracují na různých principech např. spalování a porovnávání nasávaných plynů, tepelné vodivosti nasávaných plynů, elektrochemických reakcí a optických vlastností viditelné a infračervené části spektra – Multiwarn, Commowarn, Oldham, MiniPac.

Jedním z mezníků ve sledování vývinu plyných složek při samovzněcovacím procesu byla konference ředitelů výzkumných ústavů v Pittsburku v roce 1959, kde T. Kitagawa předložil výsledky svých výzkumů, ve kterých tvrdil, že výskyt oxidu uhelnatého v důlním ovzduší lze pokládat za produkt samovzněcovacího procesu jen tehdy, jestliže je jeho výskyt vázán na přítomnost etylénu C_2H_4 [18]. Tímto tvrzením, dal autor celosvětový impuls k důkladnému sledování a zkoumání vyšších uhlovodíků vyskytujících se v důlním ovzduší. Stanovení obsahu uhlovodíků v důlním ovzduší se záhy stalo (při rozšíření kvalitních plynových chromatografických přístrojů) často užívanou monitorovací metodou.

Zjišťování stádia samovzněcovacího procesu uhlí vychází jednak z přítomnosti tzv. indikačních plynů, které se z uhlí uvolňují až při dosažení tzv. prahové teploty, jednak z vyhodnocení poměrů mezi koncentracemi uvolňovaných plynných složek, při využití jiné teplotní dynamiky vývinu plynů.

Jedna z vyvinuvších se monitorovacích metod, jejímž základem je **sledování a porovnávání obsahu uhlovodíků v důlním ovzduší** je metoda vyvinutá ve VÚHU Most [29]. Princip vychází ze sledování plynově chromatografických rozborů produktů oxidace uhelné substance, difuze, sorbce a desorpce plynných látek. Při oxidaci uhlí vzdušným kyslíkem dochází k tepelnému rozkladu a vzniku uhlovodíků, které se udržují v uzavřených důlních dílech v určitých rovnovážných koncentracích. Jejich složení odpovídá stavu prostoru z hlediska sklonu k samovznícení. Tyto uhlovodíky difundují ve velmi nízkých koncentracích k povrchu uhelné sloje.

Metoda využívá analýzy rovnovážného složení plynů v podpovrchové vrstvě zeminy pomocí plynové chromatografie a to tím, že kvantitativním rozbořem umožní nalezení potencionálních ložisek samovznícení – zvýšená koncentrace uhlovodíků nad tímto ložiskem. Analýza je zaměřena na základní řadu uhlovodíků $C_1 - C_4$ a při posuzování stavu s ohledem na samovznícení, je významný obsah nenasycených uhlovodíků a izobutanu, oproti přirozenému obsahu plynů v hnědém uhlí. Plyny použité k porovnání v této metodě: metan, etan + eten, propan + propen, isobutan, isobutan, n-butan + trans-buten-2.

Odběr vzorků se provádí z předvrtaných otvorů o hloubce 400 mm a průměru 12 mm (vrty se ponechají po navrtání 30 minut odvětrat – odstranění rušivého vlivu tepelného rozkladu zeminy při vrtání) pomocí nerezové trubky (sondy) o průměru 10 mm, která se utěšňuje pryžovou manžetou a opatřuje septem ze silikonu k odběru vzorků injekční stříkačkou (vzorek 5 ml), když se 15 minut předtím odebere z vrtu 150 ml vzdušin, pro ustálení rovnováhy.

Tato metoda bohužel není příliš využívána, patrně z důvodu její neznalosti. Použita byla např. na základě objednávky Krajského střediska státní památkové péče a ochrany životního prostředí v Ústí nad Labem pro „*Posouzení stavu uhelné substance v okolí děkanského kostela z hlediska sklonu k samovznícení*“ [15]. Cílem bylo zjistit stav uhelné sloje v podloží děkanského kostela narušené hydrogeologickými vrty z hlediska možnosti jejího samovznícení při současném stavu hladiny spodních vod. Expertiza byla využita pro účely projektování sanační studně pro určení optimální výše hladiny spodních vod.

6. 2. 2 Teploměrné indikační metody

Vzrůstající teplota uhlé hmoty je jedním ze základních znaků indikace samovzněcovacího procesu. Od fáze inkubační, přes fázi zapařování teplota vzrůstá až po maximum, fázi hoření. Teploměrnou indikací lze monitorovat proces samovzněcování od raného stadia. Výhodou teploměrné indikace procesu samovznícení je možnost bezprostřední lokalizace ohniska samovznícení.

Můžeme ji rozdělit do dvou hlavních skupin: **kontaktní a bezkontaktní**. Tradičním způsobem je **kontaktní** indikační metoda. Teploměry lihové a rtuťové byly nahrazeny teploměry odporovými a termistorovými. Jejich nespornou výhodou je jednoduchá konstrukce, funkční spolehlivost, nenáročnost na obsluhu a údržbu, ale hlavně, umožňují sledovat teploty v uzavřených nebo jinak nepřístupných a nekontrolovatelných prostorech (např. závalech). Na HBZS Most jsou k dispozici dva typy kontaktních teploměrů: digitální teploměr GMH 1170, fy.GREISINGER s tyčovým termočlánkem NiCr/Ni o délce 1 a 1,5 m, teplotním rozsahu od - 65 do 1150 °C a digitální teploměr GMH 1170, fy. GREISINGER s drátovými čidly do vlhka a do sucha.



Obr. 2 Teploměr GREISINGER [foto autor]

V posledních desetiletích se stále více rozvíjí teploměrná indikační metoda **bezkontaktní**, pomocí bezdotykových teploměrů a termovizní techniky. Bezkontaktní teploměry jsou založeny na principu snímání intenzity elektromagnetického záření či-li vyzařování předmětů infračerveného záření. Výhodou je možnost měření předmětů nebo materiálů na větší vzdálenosti a za teplot znemožňujících používání dotykových teploměrů. Měření pouze povrchových teplot předmětů nebo materiálů, což při známé vlastnosti uhlé hmoty, kterou je její špatná tepelná vodivost, je nevýhodou těchto přístrojů. Ještě

dokonalejším přístrojem v boji proti endogenním požárům je termovizní kamera, donedávna přísně embargované zařízení. Termovize má ještě daleko názornější zobrazovací schopnost. Zobrazení rozložení povrchových teplot zkoumaného objektu, je na monitoru přístroje sestaveno z izotermních plošek různé barvy či šedi.

HBZS Most používá bezdotykový teploměr AGA Thermopoint R80, sice starší konstrukce, ale stále nepostradatelný pomocník v protizáparové prevenci, hlavně při hledání endogenních požárů za nehořlavými objekty. Byl již využit i v rámci cvičení záchranných složek MU a.s..



Obr. 3 Teploměr AGA Thermopoint R80 [foto autor]

Dalším prostředkem v boji s endogenními požáry je infračervená kameru THERMACAM E2 fy. FLIR Systéme. Tato termovizní kamera je používána na povrchových lomech pro kontrolní měření uhelných i smíšených řezů.



Obr. 4 Termovizní kamera THERMACAM E2 [foto autor]

6. 2. 3 Vizualní indikační metody

Celou historii hornictví provází jedna ze spolehlivých indikačních metod samovznícení a tou je lidský čich. Zkušený pracovník bezpečně pozná typické aroma začínajícího „záparu“. Ne nadarmo jedním z vyvíjených indikačních systému je systém „indikace pachových plynů“ [33]. V roce 1993 skupina japonských výzkumníků na 25. konferenci výzkumných ústavů bezpečnosti práce v Pretorii, představila „čichový“ detektor pro detekci samovznícovacího procesu. Detektor mohl obsahovat až pět různých senzorů s odlišnou citlivostí na různé plyny, v kterých byla použita syntetická dvouvrstvá membrána, podobající se základu lidského čichového orgánu, kterým je receptorová lipidová membrána. Po vyhodnocení zkoušek tohoto přístroje, se dospělo k závěru, že přístroj je schopen detekovat samovznícení uhlí dřívě, při nižší teplotě, než používaným měřením CO.

Aromatické složky procesu samovznícení, jsou jedním z indikátorů i na dole Centrum, kde je na základě opatření OBÚ č. j. 776/91 zřízena profese požárník jako doplňující preventivní opatření samovznícení. Tito pracovníci, se krom běžné indikační techniky spoléhají na své lety praxe vycvičené smysly.

Na povrchových lomech mezi jednou z povinností technického dozoru je provádění vizuálních prohlídek výsypek, skládek uhlí, uhelných a smíšených řezů [39].

Lidské smysly jsou jedním ze spolehlivých indikačních metod procesu samovznícení.

6.3 Prevence endogenních požárů

Prevence požárů je jim předcházet, popř. omezovat jejich účinky. Preventivní opatření mají velký význam hlavně v oblasti zvýšení bezpečnosti a neposlední řadě v přínosu ekonomickém. Bohužel v této oblasti je značných rezerv, příčinou jsou náročné společensko-ekonomické podmínky dnešní doby, technologická nekázeň, někdy až nezáměr kompetentních pracovníků.

V minulosti v oblasti preventivních opatření endogenních požárů bylo vyvinuto a vyzkoušeno nepřehledné množství teorií, materiálů, chemických sloučenin a prostředků, vydáno množství odborné literatury, výzkumných zpráv, doporučení apod. Avšak uplatnění v praxi jich našlo nemnoho. Což nebylo zapříčiněno kvalitou dané metody, případně teorie nebo materiálu, ale hlavně ekonomickými a praktickými důvody. Následuje několik příkladů, u kterých i přes pozitivní závěry nebylo těchto metod v praxi využito.

Např. v roce 1977 byla ve VÚHU s úspěchem zkoušena na laboratorní úrovni silikátová vlákna (vlákna skleněná, horninová, strusková křemenná a keramická) pro použití izolace komunikace vzdušin v předpolí porubní fronty (nedostatečně zavalených a nevytěsněných prostor starých důlních děl), pro utěšňování trhlin i jiných komunikačních spojů vzdušin na kontaktu uhelného bloku bývalých komorových mezpilířů a závalového prostoru výlomového tělesa do nadložních zemina a s využitím nástřikových hmot s tlumícím účinkem šíření mechanismu samovznícení [20].

V roce 1987 byla VÚHU na lomu ČSA v oblasti zbytkových pilířů Jezerka odzkoušena metoda způsobu ochrany uhelného pilíře nástřikem ochranné směsi zabraňující přístupu kyslíku (gely kyseliny křemičité a sádropopílková směs) [26].

Posledním příkladem vývoje prevence samovznícení v SHP, je zkušební ověření těsnících gelů RESICCAST GH 96 v hlubinném dole Kohinoor v roce 1998 [22, 23].

Ve všech třech uvedených příkladech byla zkoušena látka nebo materiál použita jako inhibitor, či prostředek zabraňující nebo znesnadňující proces oxidace. Bylo zkoušeno mnoho jiných prostředků a materiálů (např. roztoky siřičitanu a síranu sodného, uhličitanu vápenatého, chloridu vápenatého, chloridu sodného, křemičitanu sodného, siřičitanu sodného, suspenze hydroxidu vápenatého, vodného roztoku fenolu, roztoku pyrogalolu atd.). Na vývoji, hlavně praktických zkouškách se podílela i HBZS Most, což s ohledem na letité zkušenosti a eventuální použitelnost v praxi je odůvodněné.

V hodnocení je konstatováno, že účinnost inhibitorů se mění nejen s koncentrací a časem, ale také se složením toho konkrétního vzorku uhelné substance, na který byl inhibitor zkoušen. Neexistuje inhibitor vhodný pro každé uhlí, eventuálně by bylo třeba pro každou sloj i její část, určit vhodnou látku s dostatečným inhibičním účinkem. Což s ohledem na dnešní ekonomickou situaci, je dost dobře neproveditelné [16].

Preventivní činnost samovzněcovacího procesu v SHP dnes zahrnuje několik základních pravidel týkajících se technologické kázně. Jejich důsledné dodržování směřuje k minimalizaci rizika samovznícení.

6. 3. 1 Pravidla pro prevenci používaná na hnědouhelných lomech v SHP

Na lomech SHP jsou uplatňována protizáparová opatření:

- zabránění hromadění uhelné drtě, nejen u pat řezů, ale i v ostatních místech lomu,
- včasná izolace otevřených důlních děl kontaktovaných postupem porubní fronty (izolace větrnými uzávěrami nebo jiným vhodným způsobem, např. přesypáním inertním materiálem), zasahuje HBZS Most,
- pravidelná kontrola již uzavřených důlních děl (těsnost uzávěr),
- vedení porubní fronty tak, aby došlo k včasnému odtěžení partií ohrožených samovznícením uhelných zásoby,
- využívání možností separátního odtěžení samovznícením ohrožených úseků všude tam, kde by jiná opatření nebyla s technického nebo ekonomického hlediska výhodnější,
- dbát o pravidelné udržování plání uhelných řezů pomocnými mechanismy a to zejména v místech narušených hlubinou těžbou – zjištěné dutiny vyplnit inertním materiálem (pískem, elektrárenským popílkem), ne pouhým přehrnutím dostupným materiálem např. s příměsí nadložních jíílů,
- utěšňování vývrtů po vrtném průzkumu např. zjišťování dutin před postupem rypadel,
- v pravidelných intervalech vizuálně kontrolovat výsypky, skládky uhlí, uhelné a smíšené skrývkové řezy hlavně v místech samovznícením ohrožených oblastí.
- pravidelné měření povrchové teploty uhelných skládek.

6. 3. 2 Pravidla pro prevenci používaná na dole Centrum v SHP

Na hlubinném dole Centrum jsou uplatňována protizáparová opatření:

- minimalizace rizik vzniku samovznícení vedením důlních děl s ohledem na možný vznik průtahu větrů,
- možnost snížení větrných spádů již v době zpracovávání podkladů k dalšímu dobývání (POPD, větrná rozvaha, projektování porubů),
- co nejrychleji uzavírat nepoužívaná a vyklizené důlní díla s následným zaplavením elektrárenským popílkem s vodou,
- zvýšená pozornost místům se zvýšeným nebezpečím vzniku samovznícení (místa s tektonickými poruchami, rozdrcené uhelné pilíře mezi důlními díly, v nedostatečně větrané prostory nad a v bocích za výztuží důlního díla apod.),
- důsledné sledování oxidu uhelnatého v důlním ovzduší pomocí v dole rozmístěných kontinuálních analyzátorů a pomocí osobní indikační techniky [24].

Bohužel, jedna z nejúčinnějších metod prevence, preventivní inertizace závalových prostor, používaná s úspěchem na Ostravsku, není v SHP využívána i přes doporučení několika výzkumnými zprávami VÚHU [10,30].

6. 3. 3 Preventivní činnost HBZS Most

Preventivní činnost HBZS Most v oblasti endogenních požárů je poměrně malá. Týká se hlavně postupem porubní fronty otevřených důlních děl, které se co nejdříve musí izolovat (uzavřít) stavbou tzv. větrné uzávěry (hráze) nebo jiným vhodným způsobem (např. přesypáním inertním materiálem – pískem nebo elektrárenským popílkem).

Uzavírání důlních děl ústících na povrch

Důlní díla zasažená postupem porubních front uhelných lomů jsou v převážné většině bez výztuže se značně narušenou stabilitou stropů a boků. Po ověření stavu vstupní části a situování důlního díla v řezu, je dohodnut příslušným technikem HBZS Most s pověřeným zaměstnancem organizace způsob uzavření a zajištění důlního díla. Dle potřeby se provedou přípravné práce nutné pro zajištění bezpečnosti báňských záchranářů (začištění uhelného pilíře v okolí důlního díla, úprava uhelného řezu atd.). Při prohlídce části řezu s otevřeným důlním dílem se věnuje zvláštní pozornost tektonice a jiným

plochám nespojitosti. Nejprve se zajišťuje vstupní část chodby tak, aby byli záchranáři chráněni proti pádu horniny i z uhlénoho řezu (použití ocelové stropnice s dálkovým ovládáním hydraulických stojek ovládané a napojené na stroj MRT 2150, podepření vstupu těžkou mechanizací, stavba dveřejí). Z takto vzniklého zajištěného prostoru se provedou nutné začišťovací práce, umožňující zajištění a vyztužení úvodní části chodby, vyčištění místa stavby hráze a provede se stavba většinou plynosilikátové hráze s vápenocementovou omítkou (i části uhlénoho pilíře v blízkosti hráze).



Obr. 5 Izolace otevřeného důlního díla DB 3.2000 [foto archiv HBZS]

Následně se při kontrolních fáráních směnových techniků HBZS Most provádí kontrola již uzavřených důlních děl a větrných uzávěr (těsnost, neporušenost). Mnohokrát se z např. netěsnosti uzávěry vytvořil endogenní požár dosti velkého rozsahu během pár hodin (viz. obr. 6).



Obr. 6 Endogenní požár lom ČSA 12.2000 [foto autor]

6.4 Represe endogenních požárů

Represe endogenních požárů se provádí buď **přímým** nebo **nepřímým** způsobem.

Přímým způsobem se jako hasivo používá převážně voda, která pro své vlastnosti je nenahraditelná. Má velmi dobrý **chladicí** efekt, měrné teplo vody (veličina udávající množství tepla potřebného k ohřátí 1kg látky o 1 °C) je nejvyšší ze všech kapalin. K dalšímu odnímání tepla vodou dochází při její přeměně z kapalného do plynného skupenství (tzv. výparné teplo). Tuto veličinu má voda také nejvyšší ze všech kapalin. K chladicímu efektu přistupuje i efekt **dušivý** (izolování hořící látky od kyslíku, což znemožňuje vodní pára) a efekt **zřed'ovací** (za předpokladu, že je hořlavina ve vodě rozpustná, lze vodou docílit takového stupně zředění, že se látka stane nehořlavou).

Část vody, která je k hašení použita, však odchází bez toho, že by přišla do styku s hořící látkou a odejmula ji teplo. K hašení je využito jen cca 10 - 50 % použité vody. Navíc účinnost vody je závislá na druhu vodního proudu, který je k hašení použit. Při zásahu je nutno volit ten, který je dle druhu požáru a podmínek nejvhodnější. **Kompaktní** (přímý) proud je sice nejvydatnější, avšak při zásahu zůstává nevyužito asi 80 - 90% vody. Přímý proud se využívá např. k rozrušení uhelného pilíře, vytvoření kaverny v místě předpokládaného ohniska (zpřístupnění ohniska z bezpečné vzdálenosti bez rizika pádu horniny nebo popálení rozžhaveným uhlím). Nejvhodnějším způsobem hašení vodou s ohledem na účinnost je použití **roztríštěného** vodního proudu (vodní mlhy). Je-li proud

vody roztříštěn na kapky o průměru 1 mm, zvětší se odpařovací plocha oproti hašení kompaktním (přímým) proudem cca šestinásobně. Nejvhodnější průměr kapek pro hašení roztříštěným vodním proudem (vodní mlhou) je 0,2 - 1 mm. Velmi jemné rozprášení je nevhodné z toho důvodu, protože k dosažení požadovaného dostřiku je třeba vysokého tlaku a že jemná mlha je snadno odnášena větrem z místa zásahu, což snižuje efektivnost zásahu. Při hašení vodou nesmí být stříkáno do většího množství rozžhaveného uhlí (do ohniska), hašení se provádí od okrajů hořící hmoty směrem do středu k ohnisku.

Dalším způsobem zdolávání exogenního požáru přímým zásahem jsou jiné vhodné a dostupné hasicí prostředky, například přenosné hasicí přístroje, inertní plyny, pěna, zasypáním inertním materiálem – pískem, nebo odtěžením ohniska požáru a jeho ochlazením vodou případně zatopením požářiště vodou.

Nepřímý způsob represe endogenních požárů se provádí **tlumením** nebo **prostorovým uzavřením** požářiště.

Jedním z velmi efektivních zařízení používaných pro tlumení endogenních požárů používaných v SHP je zařízení pro vyvíjení inertní dusíkové pěny – vyvíječ těžké inertní pěny VIP-5. K napěnění roztoku pěnidla s vodou se používá tlakový plynný dusík přiváděný k vyvíječi potrubím (Js 80, 100), napojení je provedeno požární „C“ nebo „B“ hadicí. Zařízení je dnes používáno výhradně na hlubinném dole Centrum. Dusíkové hospodářství dolu Centrum obsahuje „stacionární inertizační jednotku“, skládající se z jednoho stacionárního zásobníku na kapalný dusík ZT-20 a tří vzduchových odpařovačů, příslušných potrubních rozvodů a měřicí aparatury (viz. obr. č. 7) [28].



Obr. 7 Dusíkové hospodářství dolu Centrum [foto autor]

HBZS Most vlastní ještě vyvíječe inertní pěny typ VIP-3 (vyvíječ těžké dusíkové pěny z kapalného dusíku) a VIP-30 (vyvíječ lehké dusíkové pěny z tlakového plynného dusíku).

6. 4. 1 Endogenní požáry důlních děl ústících na povrch

I přes okamžitou snahu o izolaci, postupem porubní fronty otevřeného důlního díla, dochází v některých případech k otevřenému endogennímu požáru během chvíle po jeho odkrytí. Likvidace tohoto druhu požáru se většinou provádí přímým zásahem, hašením požáru vodou nebo jinými vhodnými a dostupnými hasicími prostředky. Po uhašení požáru se přistoupí k následné izolaci důlního díla nebo překrytí inertním materiálem (viz bod 6. 3. 3.).

6. 4. 2 Endogenní požáry malého rozsahu

Endogenní požáry malého rozsahu mají ohnisko ve vrchní vrstvě uhelné drtě nebo v její směsi s průvodními horninami, jsou malého plošného rozsahu, likvidovatelné za použití jednoduchých prostředků (pomocí ručního náradí, písku, přenosné hasicí přístroje, vodou atd.), případným mechanickým odstraněním ložiska požáru, zapařené nebo hořící substance, jejím následným rozhozením, ochlazením, udusáním a překrytím inertním materiálem.

6. 4. 3 Endogenní požáry plošné, většího rozsahu

Při výskytu plošných endogenních požárů se používá k likvidaci tangenciálních rozprašovačů (viz. obr. 8) a je-li ve svahu, musí se vytvořit lavice pro zabránění splavování materiálu a úniku vody.



Obr. 8 Tangenciální rozprašovač [foto autor]

Jestliže je tato likvidace nedostatečná, zapařená a hořící substance se odstraňuje vhodnými mechanizmy. Odstraněná a rozhrnutá substance se ochlazuje vodní mlhou. Při endogenních požárech sahajících do větších hloubek je povrchové vychlazování neefektivní, represivní zásah se provádí hloubkovou injektáží sondami. Sondy jsou kovové trubky různé světlosti a délky, do kterých jsou vyvrtány otvory dostatečného průměru pro průchod inertní suspenze nebo vody. Vrchní části sondy je uzpůsobena pro napojení „C“ hadice nebo přímo na potrubní rozvod. Předností tohoto způsobu je větší účinek chladicího efektu vody i vodní páry, voda nestéká po povrchu. Množství vody je regulováno tak, aby voda nevytékala na úroveň terénu, aby nedocházelo k odplavování materiálu. Postupuje se od kraje požářiště, čímž je zaručeno, že se požár nerozšiřuje dále. Vychlazování zasaženého úseku se provádí do doby, kdy teplota klesne na úroveň teploty okolí.

Další způsob represe plošného endogenního požáru je uveden na příkladu likvidace tohoto typu požáru na lomu ČSA v SHP v květnu roku 2005:

V oblasti částečně sanovaných bočních svahů lomu ČSA v oblasti „Vysoká Pec“ bylo rozhodnuto o likvidaci plošného záparu o rozloze zhruba 60 x 40 m. V květnu 2005 bylo realizováno odhrnutí, naložení a odvoz části zapařené substance (2000 m³) s jejím následným rozhrnutím a vychlazením na místě vykládky. Dále bylo provedeno rozhrnutí a vychlazení zbytku substance, hlavně jeho ložiska (o rozměrech cca 5 x 4 m) a finální překrytí zasaženého úseku inertním materiálem. Jako inertní materiál byl použit písek s aglomerátem (elektrárenský popílek s vápnem). Navezeno bylo 400 m³ písku a kolem 1800 m³ aglomerátu. Konečnou vrstvou byla zemina.



Obr. 9 Odstraňování zapařené substance lom ČSA [foto archiv HBZS]

Celkové náklady bez materiálu (interní zdroje) a lidských zdrojů (nezapočítáno), jen za použitou mechanizaci (buldozery, hydraulické rypadlo, nákladní vozidla) se pohybovaly do 750.000 Kč. Na likvidaci se podíleli krom technického dozoru, řidičů techniky, hasičů závodní jednotky i záchranáři HBZS Most. Realizace likvidace tohoto plošného záparu byla provedena za 23 dní.

Jak je z uvedené likvidace plošného záparu zřejmé, je tento způsob represe velmi náročnou záležitostí jak do rozsahu prováděných prací, tak do objemu přepravených hmot, množství použité techniky a lidských zdrojů a v neposlední řadě, objemu vynaložených finančních prostředků.

Používání aglomerátu v kombinaci s pískem jako inertních materiálů se plně osvědčilo. Proto při likvidacích plošných endogenních požárů, je tento materiál a způsob likvidace na lomu ČSA využíván.

6. 4. 4 Endogenní požáry v hlubinném dole

Způsob likvidace endogenních požárů na hlubinném dole se provádí **přímým** nebo **nepřímým** způsobem.

Přímý způsob je použitelný u přístupného (pro zasahující pracovníky) požáru. Je obdobný s likvidací na povrchovém lomu. Požáry malého rozsahu se likvidují hašením vodou nebo jinými vhodnými a dostupnými hasicími prostředky, případně mechanickým

odstraněním ložiska (zapažené substance) s jejím následným důkladným vyhašením a vychlazením. Místo požáru se po řádném vychlazení překryje inertním materiálem (písek, popílek). Požár většího rozsahu se likviduje přímým způsobem za dostatečného přísunu velkého množství hasiva (většinou vody). Při hašení vodou nesmí být stříkáno do většího množství rozžhaveného uhlí, hašení se provádí od okrajů hořící hmoty směrem do středu k ohnisku.

V případě přímého zdolávání požáru většího rozsahu, jsou současně konány přípravné práce k prostorovému uzavírání.

Nepřímý způsob zdolávání požáru se provádí **tlumením** (v tomto případě již nepřístupného) nebo **prostorovým uzavřením** požářiště. Účelem tlumení je omezení přístupu kyslíku k ohnisku požářiště, a to zejména inertizací prostředí, zvětšováním závalu co nejrychlejším a nepřetržitým postupem porubu nebo zaplňováním místa předpokládaného ohniska požáru dusíkovou pěnou a přístupu do požářiště jiným vhodným postřikovým nebo těsnicím materiálem. Likvidace nepřístupného požáru tlumením se může provádět pouze za předpokladu, že nehrozí zřejmé nebezpečí výbuchu a musí být současně prováděno opatření k prostorovému uzavření požářiště. Nelze-li požár zlikvidovat přímým způsobem nebo tlumením, je přikročeno k prostorovému uzavírání požářiště. Prostorové uzavření požářiště je poslední možný způsob likvidace požáru, k němuž přistoupíme až po vyčerpání všech ostatních možností. Po prostorovém uzavření se přistoupí k následné inertizaci uzavřené oblasti z důvodu utlumení požáru, vytěsněním kyslíku a tím pádem zamezení vytvoření výbušné směsi požárních plynů v požářišti. Pokud nehrozí nebezpečí nahromadění výbušných plynů, provádí se uzavírka děl větrními uzávěrami (VU) zajišťujícími těsné uzavření požářiště.

Pokud hrozí nahromadění hořlavých plynů v požářišti, musí být požářiště definitivně uzavřeno výbuchovzdornými hrázemi.

Místo stavby VU je nutno určit na základě místního průzkumu, který ověřuje zejména kvalitu okolní horniny, dostupnost místa stavby a možnost stavby dalších objektů.

Na stavbu VU se používají následující druhy materiálu: plynosilikátové tvárnice, cihly, betonové tvárnice - BBT, dřevěná kulatina o délce 0,5 - 2 m, dřevěné krajiny, sádrový postřik na napnutou jutovinu, sádrové hráze. Způsob provedení VU a jejich vybavení určí VLH.

Jedním z příkladů výše uvedeného způsobu represe endogenního požáru, byla záchranná akce na dole Centrum v srpnu 2008, „likvidace nepřístupného stropního požáru důlního díla“. Akce probíhala v součinnosti ZBZS dolu Centrum a HBZS Most.

Endogenní požár vznikl ve stropě strojně raženého separátně ovětrávaného důlního díla, budoucího vtahu do stěnového porubu, cca 100 metrů od čelby. V tomto místě byly narušené stropní vrstvy vlivem mimoúrovňového křížování s již uzavřenými opuštěnými důlními díly. Mocnost mezistropu byla cca dva metry. Již při ražbě docházelo k místním výlomům, které byly zajištěny zhuštěnou výdřevou a použitím výztužných železných prvků (larsen- Union pažnic). Vzniklými trhlinami v uhelném pilíři, došlo k přístupu kyslíku do důlních děl nacházejících se nad raženým důlním dílem a následnému urychlení samovzněcovacího procesu. Výsledkem byl postupný nárůst koncentrací CO, s vývinem kouře. Po prvních známkách samovznícení bylo přikročeno k urychlené stavbě izolačního objektu v rozsahu 18 metrů [objekt z dřevěných fošen (o délce 1,2m; tloušťce 0,05m; šířce 0,25m) se spoji s maltovou mazaninou]. Po překročení limitní hodnoty CO, bylo na příkaz vedoucího likvidace havárie (dále VLH) přikročeno k zahájení záchranné akce povoláním dvou čet ZBZS dolu Centrum.



Obr. 10 Strop důlního díla s částí objektu [foto autor]

Likvidace havárie spočívala v nepřetržité stavbě objektu, inertizaci opuštěných důlních děl dusíkem a dusíkovou pěnou vytvářenou vyvíječem VIP-5 a kontroly zneprístupněných důlních děl. Práce probíhaly v nepřetržitém režimu v třech směnách, na akci se podílely čtyři z HBZS Most. Čtyři se střídaly na pracovišti.

V průběhu havárie byly odebírány vzorky ovzduší s 8 hodinovým intervalem. Maximální naměřená koncentrace CO byla 1500 ppm.

Akce byla po šesti dnech úspěšně ukončena uzavřením objektu a snížením koncentrace CO na 20 ppm, bez zjevných známek kouře. Následně byl objekt zaplaven směsí popílku s vodou.

Složité báňsko-technické podmínky partií dobývané sloje, v které v posledních letech důl Centrum provádí těžební činnost, přinesl nárůst obdobných typů havárií. To se odráží i v nárůstu počtu havarijních akcí HBZS Most.

6. 4. 5 Endogenní požáry vlivem dřívější hornické činnosti

Endogenní požáry tohoto typu jsou sice méně časté, ale o to složitější, hlavně s ohledem na pátrání po příčinách a s tím související následné likvidaci následků. Tyto požáry zasahují již sanované a rekultivované území, které bylo již odevzdáno do užívání jiným vlastníkům než jsou organizace zabývající se hornickou činností. V mnoho případech jsou zde komunikace, inženýrské sítě, průmyslové, rekreační a jiné objekty apod. O to je situace následné likvidace a sanace složitější. Jedním z transparentních příkladů je v současnosti HBZS Most prováděná „likvidace záparů v zahrádkářské kolonii na západním břehu vodní nádrže Barbora v k.ú. Oldřichov u Duchcova“.

Postižené území leží na rekultivovaném území po dřívější hornické činnosti. V letech 1882 – 1973 byla v této oblasti prováděna intenzivní hlubinná i lomová činnost. Na následnou rekultivaci byl použit materiál v té době neprodejný, nejdostupnější a tím pádem nejlevnější – směs uhelného mouru a drtě. Vlivem styku rozvolněné uhelné hmoty se vzdušným kyslíkem a vlivem akumulace neodváděného tepla, byly splněny základní podmínky pro samovzněcovací proces. Důsledkem čehož došlo k rozvinutí samovznícení uhelné hmoty pod úrovní terénu. Od roku 2005 dochází k vývinu kouřových zplodin, termickým projevům a poklesu terénu nad vyhořelými ohnisky. Nejzávažnější byl propad dvou osob do hloubky 50 cm v květnu 2007. Tyto projevy před vyřešením celkové sanace území, řešila havarijní sanací HBZS Most, injektáží popílkové směsi do lokálních ohnisek. V této době zde byla záchranáři na povrchu terénu naměřena teplota až 50 °C. V té době již probíhala intenzivní činnost směřující k návrhu postupu řešení dané situace (termická měření, vypracování báňského posudku, geologický průzkum, vypracování projektové dokumentace atd.).

Tabulka č. 4 Profil vrstvy navážek směrem od terénu do podloží [17]

Subhorizonty vrstvy navážek	Rozmezí zastižených mocností	Průměrná mocnost
Přípovrchová poloha hlíny (záhony, trávničky)	0,3 – 0,7 m	0,5 m
Suchý uhelný mour s kousky uhlí o velikosti do 1 cm	0,0 – 0,4 m	0,9 m
Mokrý uhelný mour s kousky uhlí o velikosti do 1 cm	0,0, - 1,2 m	0,3 m
Uhelný jílovec, šedočerný, měkký	0,0 – 1,2 m	0,5 m

Na základě všech uskutečněných zjištění, byly firmou SG Geotechnika vypracovány dvě neoptimálnější varianty sanace předmětného území.

První variantou bylo navrženo tlakové čerpání inertizační hmoty do vyhořelých prostor a současně proinjektování suché uhelné substance (viz. tab. č. 4), čímž by došlo k inertizaci prostředí, vyplnění veškerých volných prostor a likvidaci termické aktivity uhelné substance.

Druhou variantou bylo mechanické odstranění veškeré uhelné hmoty, vyplnění vzniklých prostorů inertním materiálem, vytvoření izolačního krytu a položení vrstvy zeminy pro umožnění vzniku vegetačního krytu.

Ve finále byla zvolena společensky přijatelnější první varianta, bez totální likvidace stávajících objektů na povrchu při skrytí zeminy a odtěžení mourové deponie pod terénem, která by byla nutná při schválení druhé varianty. Dalším neméně důležitým aspektem byl i cenový rozdíl obou variant, jasně mluvící pro první variantu [17].

V současné době provádí sanaci HBZS Most dle schválené první varianty, která zahrnuje zakládání vrtů dle daného vrtného schématu a následnou injektáž inertní suspenzí popílku s vodou. Sondy jsou vkládány do vývrtů do maximální projektovou dokumentací předepsané hloubky (2,5 m). Od konce února 2009 (předání pracoviště) k datu 30. 3. 2009 bylo do injektážích vrtů vpraveno tlakovým čerpadlem MCI kolem 230 m³ popílkového rmutu. Nejsou zjevné žádné další známky termických a kouřových projevů či poklesu terénu.

Represe endogenních požárů nejen tohoto typu je značně rozdílná. Na uvedených příkladech je evidentní rozdíl v používaných metodách, v průběhu požáru, odlišnosti prostředí a podmínkách zásahu. Proto je zkušenost, připravenost záchranářů a technické vybavení, nutným předpokladem pro úspěšné zdolávání nejen tohoto typu nehod.

7 Exogenní požáry

7.1 Vznik exogenních požárů

Hoření je chemický pochod, při kterém se hořlavé látky prudce slučují s kyslíkem většinou za vývoje světla a tepla. Aby k této reakci mohlo dojít, musí být splněny čtyři podmínky. Hmota musí být hořlavá, musí být schopna se slučovat s kyslíkem, vznikající teplo nestačí být odváděno do okolí a dodání iniciační teploty. Jestliže k hořlavé hmotě přiblížíme dostatečně teplý zdroj a necháme zdroj působit tak dlouho, až se hmota zahřeje na bod zápalu (bod vznícení), dojde k vznícení působením **vnějších** příčin, vznikne **exogenní požár**.

Zvýšení teploty nemusí být vyvoláno pouze otevřeným plamenem. Zvýšení teploty může být vyvoláno např. třením, elektrickým obloukem, tokem elektrického proudu, trhací prací apod.

Exogenní požáry jsou oproti exogennímu ohni definovány jako nežádoucí, nekontrolované hoření. Jsou nebezpečné hlavně rychlým průběhem, šířením a značným vývinem nebezpečných požárních plynů. V hornické historii tento typ požáru zapříčinil již mnoho havárií, např. katastrofu na dole Marie v Příbrami v roce 1892 s největším počtem obětí v historii českého hornictví (319 obětí).

7.2 Prevence a represe exogenních požárů

Prevence exogenních požárů se v zásadě odvíjí od důsledného dodržování bezpečnostních a technologických předpisů, pracovních postupů a jiné provozní dokumentace, např. při práci s otevřeným ohněm, svařování, řezání plamenem, práce na elektrickém zařízení, trhací práce apod.

Represe exogenních požárů se provádí obdobným způsobem, jako u požárů endogenních. Převažujícím způsobem likvidace je způsob přímý.

7.3 HBZS Most a exogenní požáry

V organizační struktuře spadá pod HBZS Most závodní hasičský sbor Litvínovské Uhelné a. s.

HBZS kromě svých obvyklých úkolů vyplývajících z platné legislativy, provádí i jiné činnosti týkající se nepřímo exogenních požárů. Vyškolení pracovníci z řad

záchranářů provádějí periodické kontroly hasicích přístrojů (PHP) pro závody MU a. s. (dnešní LU a. s., VU a. s., Czech Coal Services a. s.) a některé dceřiné společnosti (DTS Vrbenský a. s., Humeco a. s., Renogum Nilos, a. s., Rekultivace, a. s., Kohinoor, a. s., důl Centrum). Za rok je zkontrolováno kolem 11 000 hasicích přístrojů [38].

Další z činností je provádění ročních kontrol a půlročních funkční zkoušek stabilního hasicího zařízení (SHZ) CO₂ na 30 velkostrojích, v rámci smluvních vztahů pro uhelné společnosti v obvodu působnosti (LU a. s., VU a. s., Czech Coal Services a. s., Severočeské doly a. s. – Doly Nástup Tušimice a Doly Bílina).

8 Návrh příručky prevence a likvidace endogenních požárů na povrchových lomech

1) Úvod

Tato příručka je zpracována jako základní materiál pro samostudium pracovníků, kteří jsou zařazeni do okruhu zaměstnanců, zabývajících se prevencí a represí endogenních požárů. Rozdíl oproti předchozím příručkám a pokynům zabývajících se touto tematikou (poslední v roce 1982) je nejen v dokonalejších prostředcích, ale hlavně ve vývoji legislativy (báňské a životního prostředí) a změnách ve společensko ekonomických podmínkách.

Hlavními důvody je ochrana bezpečnosti a zdraví pracovníků v hornictví, ochrana životního prostředí a v neposlední řadě ekonomika provozu. Při zanedbání základních pravidel prevence a represe endogenních požárů vznikají rozsáhlé, mnohdy nenapravitelné škody.

2) Současný stav prevence a represe endogenních požárů v SHP

I přes změnu v přístupu kompetentních pracovníků, není stav hlavně v oblasti prevence optimální. V době tržní ekonomiky je bohužel finanční stránka věci na prvním místě. Je sice dosti krátkozraké dnes ušetřit např. na likvidaci prvních náznaků samovznícení (preventivním překrytím inertním materiálem), když následná sanace rozsáhlého endogenního požáru je několikanásobně náročnější jak na finanční, tak na lidské zdroje.

Dalším problémem je dodržování technologické kázně. Stále se objevující hromadění uhelné drtě u pat řezů i v ostatních místech lomu, nedbale se utěšňují vývrty po vrtném průzkumu, projevy samovznícení se přehrnují nadložními jíly, rozvinuté požáry se

většinou likvidují přímým proudem vodního děla, což je vzhledem k malému plošnému účinku přímého proudu málo efektivní atd. Těchto případů naštěstí není mnoho, většinou jde jen o určité lokality.

3) Vznik endogenních požárů

Uhlí je složitá substance, tvořená organickými a minerálními podíly s nepravidelnou strukturou. Prakticky obsahuje většinu prvků Mendělejevovy periodické soustavy. Náchylnost uhlí k samovolnému vzněcování je dlouhodobým předmětem zájmu všude tam, kde je uhlí dobýváno, skladováno i přepravováno. Již několik desetiletí se výzkumná pracoviště na celém světě zabývají touto otázkou, ve snaze nalézt spolehlivý ukazatel, na jehož základě by bylo možné samovznícení uhlí předcházet. Dosud vznikla řada tezí, avšak bez žádoucího výsledku a to zejména proto, že se zatím nepodařilo vytvořit obecný model uhelné hmoty, který by v celé rozmanitosti popisoval její chování. Odborníci se shodují v poznání, že základní podmínkou vznícení uhlí je splnění dvou faktorů. Prvním faktorem je přítomnost reakčního partnera, v nejběžnějším případě vzdušného kyslíku a druhým faktorem je dostatečně vysoká teplota pro energický termický rozklad uhelné hmoty, to znamená iniciátor samovolného zvyšování teploty uhlí k dosažení teploty vznětu.

K uvedeným faktorům, které ovlivňují vznik a vývoj zapařování a samovznícení uhlí jsou známé činitele:

a) vnitřní, dané fyzikálně-chemickou povahou uhelné substance vymezující stupeň náchylnosti k samovolnému vzněcování uhlí za zcela určitých podmínek,

b) vnější, charakterizované podmínkami přístupu vzdušného kyslíku k uhlí a rozptylem nebo akumulací vznikajícího tepla, které potom zvyšuje teplotu uhelné substance až k bodu vznětu. U hnědého uhlí je absolutní bod vznětu 150 °C.

Severočeské hnědé uhlí vykazuje vysoký stupeň oxireaktivy ke vzdušnému kyslíku. Na základě měření všech severočeských hnědouhelných slojí na náchylnost k samovznícení bylo zjištěno a provedeno zařazení, že všechny tyto sloje jsou náchylné k samovznícení. Oxidace hnědouhelné hmoty má různé formy, podle podmínek za kterých probíhá. Je prokázáno, že v počátečním stadiu za normální teploty dochází k fyzikální sorpci kyslíku na uhelnou hmotu.

Bezprostředně po styku oxidací neporušené uhelné hmoty s atmosférickým kyslíkem dochází k procesu, který lze označit jako skrytou přípravu uhlí k samovznícení.

V průběhu tohoto procesu, který podle vnějších provozních podmínek probíhá v období několika týdnů až měsíců, dochází ke zvýšení sklonu hnědého uhlí k samovznícení a za optimálních podmínek vede tato nízkotepečná oxidace ke vzniku záparů (k bodu vznětu). Nízkotepečná oxidace zahrnuje období skryté přípravy uhlí k samovznícení. Nevytvoří-li se podmínky pro akumulaci vznikajícího tepla, nastává odeznění hlavního procesu oxidace, samovznícení odeznívá. Ve většině případů však vlivem malé tepelné vodivosti uhlí a průvodních hornin dochází k akumulaci tepla, k urychlení sorpce kyslíku, která působí další zvyšování teploty. Zvýšením teploty o 10 °C se reakční rychlost zvyšuje 2 - 3x, což znamená, že zvýšení teploty o 30 - 50 °C vede k urychlení dosažení bodu vznětu a vzniku endogenního požáru. Proto teploty oblastí, pohybujících se v rozmezí 40 - 80 °C, přecházejí plynule do teplot, odpovídající bodu vznětu hnědého uhlí, u kterého se tyto hodnoty pohybují v rozmezí 110 - 160°C. Po dosažení tohoto bodu dochází k samovznícení uhlí, které je již provázeno rychlým vzestupem teplot nad 200 - 1000 °C dle charakteru požáru.

Při probíhajících oxidačních reakcích je významná přítomnost vody, která zvyšuje rychlost nízkotepečné oxidace. Za přítomnosti vody totiž dochází k rozpouštění kyslíku v adsorbčních povlacích vody na povrchu uhlí a tím je zvyšována jeho aktivita.

Nepříznivě působí při vzniku a rozšiřování endogenních požárů zejména hromadění uhelné drtě, kde jsou vytvořeny podmínky pro optimální přístup kyslíku a pro jeho sorpci uhelnou substancí. Obdobně jsou na tom i úseky narušené hlubinou těžbou. Lze předpokládat, že zde proces nízkotepečné oxidace proběhl již v době hlubinné těžby, je v důsledku zvýšeného sklonu k samovznícení vznik endogenních požárů velmi pravděpodobný a je otázkou několika hodin až dnů. Nepříznivě působí i vytvoření směsi uhlí s průvodními horninami. Většinu nadložních hornin tvoří jíly, které vlivem svých soprných vlastností a malé vodivosti tepla, spolupůsobí při oxidaci uhelné hmoty a akumulaci tepla.

4) Indikační metody prevence a represe endogenních požárů

Na povrchových lomech se oproti hlubinným dolům téměř nepoužívají *plynoměrné* indikační metody. Používají se přenosné osobní měřicí přístroje, pro kontrolu nezávadnosti ovzduší při represi endogenního požáru. (detektory, indikátory a analyzátory) pro okamžité zjišťování hlavně oxidu uhelnatého. Detektory využívají princip barevných chemických reakcí (indikační trubičky) – např. přístroj Universal U 66. Indikátory a analyzátory využívají rozdílných fyzikálních a chemických vlastností různých plynů a pracují na

různých principech např. spalování a porovnávání nasávaných plynů, tepelné vodivosti nasávaných plynů, elektrochemických reakcí a optických vlastností viditelné a infračervené části spektra – Multiwarn, Commowarn, Oldham, MiniPac.

Jedna z monitorovacích metod, která se dá využít při preventivním zjištění stavu důlních děl nacházejících se v postupu porubní fronty s ohledem na proces samovznícení, jejíž základem je metoda sledování a porovnávání obsahu uhlovodíků v důlním ovzduší. Princip vychází ze sledování plynově chromatografických rozborů produktů oxidace uhelné substance, difuze, sorbce a desorpce plyných látek. Při oxidaci uhlí vzdušným kyslíkem dochází k tepelnému rozkladu a vzniku uhlovodíků, které se udržují v uzavřených důlních dílech v určitých rovnovážných koncentracích. Jejich složení odpovídá stavu prostoru z hlediska sklonu k samovznícení. Tyto uhlovodíky difundují ve velmi nízkých koncentracích k povrchu uhelné sloje.

Metoda využívá analýzy rovnovážného složení plynů v podpovrchové vrstvě zeminy pomocí plynové chromatografie a to tím, že kvantitativním rozbořem umožní nalezení potencionálních ložisek samovznícení, zvýšenou koncentraci uhlovodíků nad tímto ložiskem. Analýza je zaměřena na základní řadu uhlovodíků $C_1 - C_4$ a při posuzování stavu s ohledem na samovznícení, je významný obsah nenasycených uhlovodíků a izobutanu, oproti přirozenému obsahu plynů v hnědém uhlí. Plyny použité k porovnání v této metodě: metan, etan + eten, propan + propen, isobutan, isobutan, n-butan + trans-buten-2.

Odběr vzorků se provádí z předvrtaných otvorů o hloubce 400 mm a průměru 12 mm (vrty se ponechají po navrtání 30 minut odvětrat – odstranění rušivého vlivu tepelného rozkladu zeminy při vrtání) pomocí nerezové trubky (sondy) o průměru 10 mm, která se utěšňuje pryžovou manžetou a opatřuje septem ze silikonu k odběru vzorků injekční stříkačkou (vzorek 5 ml), když se 15 minut předtím odebere z vrtu 150 ml vzdušin, pro ustálení rovnováhy.

Dále se používá klasický odběr vzorků vzdušin do skleněných vzorkovnic s následným provedením rozboru v laboratoři HBZS Most.

Vzrůstající teplota uhelné hmoty je jedním ze základních znaků indikace samovzněcovacího procesu. Od fáze inkubační, přes fázi zapařování teplota vzrůstá až po maximum, fázi hoření. Toho využívají teploměrné indikační metody. Teploměrnou indikací lze monitorovat proces samovzněcování od raného stadia. Výhodou teploměrné indikace procesu samovznícení je možnost bezprostřední lokalizace ohniska samovznícení.

Můžeme ji rozdělit do dvou hlavních skupin: **kontaktní** a **bezkontaktní**. Při kontaktních indikačních metodách se používají teploměry odporové a termistorové. Jejich výhodou je jednoduchá konstrukce, funkční spolehlivost, nenáročnost na obsluhu a údržbu, ale hlavně, umožňují sledovat teploty v uzavřených nebo jinak nepřístupných a nekontrolovatelných prostorech i na větší vzdálenosti.

Bezkontaktní metoda je prováděná pomocí bezdotykových teploměrů a termovizní techniky. Bezkontaktní teploměry jsou založeny na principu snímání intenzity elektromagnetického záření či-li vyzařování předmětů infračerveného záření. Výhodou je možnost měření předmětů nebo materiálů na větší vzdálenosti a za podmínek znemožňujících používání dotykových teploměrů. Měření pouze povrchových teplot předmětů nebo materiálů, což při známé vlastnosti uhelné hmoty, kterou je její špatná tepelná vodivost, je nevýhodou těchto přístrojů. Ještě dokonalejším přístrojem v boji proti endogenním požárům je termovizní kamera, donedávna přísně embargoované zařízení. Termovize má ještě daleko názornější zobrazovací schopnost. Zobrazení rozložení povrchových teplot zkoumaného objektu, je na monitoru přístroje sestaveno z izotermních plošek různé barvy či šedi.

HBZS Most používá bezdotykový teploměr AGA Thermopoint R80, využívaný hlavně při hledání endogenních požárů za nehořlavými objekty. Dalším prostředkem je infračervená kamera THERMACAM E2 fy. FLIR Systéme. Tato termovizní kamera je používána na povrchových lomech při kontrolním fárání směnových techniků HBZS Most pro preventivní měření stavu uhelných i smíšených řezů.

5) Preventivní opatření endogenních požárů

- zabránění hromadění uhelné drtě, nejen u pat řezů, ale i v ostatních místech lomu,
- postupem porubní front otevřená důlní díla co nejdříve prostřednictvím HBZS izolovat stavbou tzv. větrné uzávěry nebo jiným vhodným způsobem (např. přesypáním inertním materiálem),
- pravidelně kontrolovat již uzavřená důlní díla (těsnost uzávěr),
- vést porubní frontu tak, aby došlo k včasnému odtěžení partií ohrožených samovznícením uhelné zásoby,
- využívat možnost separátního odtěžení samovznícením ohrožených úseků všude tam, kde by jiná opatření nebyla s technického nebo ekonomického hlediska výhodnější,

- dbát o pravidelné udržování plání uhelných řezů pomocnými mechanizmy a to zejména v místech narušených hlubinou těžbou – zjištěné dutiny vyplnit inertním materiálem (pískem, elektrárenským popílkem), ne pouhým přehrnutím dostupným materiálem např. s příměsí nadložních jíílů,
- utěšňování vývrtů po vrtném průzkumu např. zjišťování dutin před postupem rypadel,
- v pravidelných intervalech vizuálně kontrolovat výsypky, skládky uhlí, uhelné a smíšené skrývkové řezy hlavně v místech samovznícením ohrožených oblastí. Na uhelných skládkách pravidelně provádět měření teplot.

6) Represe endogenních požárů

Represe endogenních požárů se provádí buď **přímým** nebo **nepřímým** způsobem. **Přímým** způsobem se z drtivé většiny jako hasivo používá voda, která pro své vlastnosti je nenahraditelná. Má velmi dobrý chladicí efekt, měrné teplo vody (veličina udávající množství tepla potřebného k ohřátí 1kg látky o 1°C) je nejvyšší ze všech kapalin. K dalšímu odnímání tepla vodou dochází při její přeměně z kapalného do plynného skupenství (tzv.výparné teplo). Tuto veličinu má voda také nejvyšší ze všech kapalin. K chladicímu efektu přistupuje i efekt dusivý (izolování hořící látky od kyslíku, což znemožňují vodní páry) a efekt zřed'ovací (za předpokladu, že je hořlavina ve vodě rozpustná, lze vodou docílit takového stupně zředění, že se látka stane nehořlavou).

Část vody, která je k hašení použita, však odchází bez toho, že by přišla do styku s hořící látkou a odejmula ji teplo. K hašení je využito jen cca 10 - 50 % použité vody. Navíc účinnost vody je závislá na druhu vodního proudu, který je k hašení použit. Při zásahu je nutno volit ten, který je dle druhu požáru a podmínek nejvhodnější. **Kompaktní** (přímý) proud je sice nejvydatnější, avšak při zásahu zůstává nevyužito asi 80 – 90 % vody. Přímý proud se využívá např. k rozrušení uhelného pilíře, vytvoření kaverny v místě předpokládaného ohniska (zpřístupnění ohniska z bezpečné vzdálenosti bez rizika pádu horniny nebo popálení rozžhaveným uhlím). Nejvhodnějším způsobem hašení vodou s ohledem na účinnost je použití **roztříštěného** vodního proudu (vodní mlhy). Je-li proud vody roztříštěn na kapky o průměru 1 mm, zvětší se odpařovací plocha oproti hašení kompaktním (přímým) proudem cca šestinásobně. Nejvhodnější průměr kapek pro hašení roztříštěným vodním proudem (vodní mlhou) je 0,2 - 1 mm. Velmi jemné rozprášení je nevhodné z toho důvodu, protože k dosažení požadovaného dostřiku je třeba vysokého tlaku a že jemná mlha je snadno odnášena větrem z místa zásahu, což snižuje

efektivnost zásahu. Při hašení vodou nesmí být stříkáno do většího množství rozžhaveného uhlí (do ohniska), hašení se provádí od okrajů hořící hmoty směrem do středu k ohnisku.

Endogenní požáry **malého rozsahu** se likvidují okamžitým uhašením dostupnými prostředky (písek, přenosné hasicí přístroje, vodou atd.), mechanickým odstraněním ložiska požáru, zapažené nebo hořící substance, jejím následným rozhozením, ochlazením, udusáním a případně překrytím inertním materiálem.

Endogenní požáry **plošné**, většího rozsahu se likvidují použitím tangenciálních rozprašovačů. Je-li tento rozprašovač ve svahu, musí se vytvořit lavice pro zabránění splavování materiálu a úniku vody. Při endogenních požárech sahajících do větších hloubek je povrchové vychlazování neefektivní, nebo tam kde je omezen přístup techniky se represivní zásah provádí **hloubkovou injekcí** sondami. Sondy jsou kovové trubky různé světlosti a délky, do kterých jsou vyvrtány otvory dostatečného průměru pro průchod inertní suspenze nebo vody, s přední částí do kužele, pro snadné vkládání, případně vtlačování do vrtu nebo uhelné substance. Vrchní části sondy je uzpůsobena pro napojení „C“ hadice. Předností tohoto způsobu je větší účinek chladicího efektu vody i vodní páry, voda nestéká po povrchu. Množství vody je regulováno tak, aby voda nevytékala na úroveň terénu, aby nedocházelo k odplavování materiálu. Postupuje se od kraje požářiště. Vychlazování zasaženého úseku se provádí do doby, kdy teplota klesne na úroveň teploty okolí.

Před likvidací vlastního ohniska endogenního požáru je účelné zamezit dalšímu plošnému šíření tzv. **protipožární bariérou**, kterou tvoří systém vodou zaplavovaných vrtů. Vrtů se umísťují na pokraji požářiště v požárech nenarušených místech. Při hloubení vrtů je nutné kontrolovat teplotu vynášeného materiálu. Jestliže je materiál znatelně teplejší než okolní prostředí, je třeba vrtání přerušit, vrt utěsnit a přesunout se s prováděním vrtů dále od požářiště. Vzdálenost mezi jednotlivými vrtů se volí dle propustnosti materiálu, kolem

1 - 2 m. Otvory vrtů se osadí potrubím o délce 1 m a to tak, aby přesahovaly úroveň terénu o 40 cm. Tím se zabráni zasypáním vrtů okolním materiálem. Poté se po napojení na přívod vody (rozvod použitý z výtlačných řádů čerpacích stanic, hasičská cisterna) vrtů zaplavují tak, aby v nich hladina trvale dosahovala úrovně terénu. Protipožární bariéra zabráňuje dalšímu šíření požáru.

Jestliže je tato likvidace nepostačující, zapažená a hořící substance se odstraňuje vhodnými mechanismy. Odstraněná a rozhrnutá substance se ochlazuje vodní mlhou

a pojezdem techniky (např. buldozeru) se zhutní. Důkladně se musí vychladit místo ložiska požáru a nakonec překrýt inertním materiálem. Jako inertní materiál se použije písek, elektrárenský popílek nebo aglomerát.

Nepřímý způsob represe endogenních požárů se provádí tlumením. Například při endogenním požáru uzavřeného důlního díla se provede několik vrtů z vrchního řezu (jeli to možné), kterými se důlní dílo zaplaví inertním materiálem s vodou (písek, popílek).

7) Prostředky a pomůcky k represi endogenních požárů

Základní prostředky, které se používají pro likvidaci endogenních požárů:

Ruční nářadí (pro mechanické odstranění ložiska požáru, zapažené nebo hořící substance a jejím následným rozhozením, odstranění překážek při zmáhání požáru) – lopaty, krumpáče, sekery

Hasební prostředky – požární hadice, proudnice, tangenciální rozprašovače, injektážní sondy, rozdělovače, redukce hadic, klíče na hadice

Indikační technika – teploměrná (pro kontrolu stavu zasažené substance při provádění represe) – teploměry kontaktní odporové a termistorové, bezkontaktní infračervené nebo termovizní kamery; plynoměrná (pro kontrolu stavu ovzduší, exhalací uvolňujících se při požáru a jeho represi) – přenosné detektory, indikátory a analyzátory

Prostředky k zajištění bezpečnosti – zajišťovací prostředky – lezecké postroje, horolezecká lana, žebříky

8) Bezpečnostní opatření

- práce provádět jako práce se zvýšeným nebezpečím, za stálého dozoru zkušeného pracovníka,
- při zjevných známkách vývinu zplodin hoření, je nutné provádět kontinuální měření stavu ovzduší, hlavně indikovat na obsah CO, CO₂,
- při represi požáru provádět v pravidelných intervalech měření teplot zasažené oblasti (informace o stavu i lokalizace ohnisek),
- používat osobní ochranné pomůcky (pracovní oděv, obuv, rukavice, přilbu),
- při přímém způsobu represe požáru ochlazovat ohnisko od okrajů,
- nevystavovat se případným účinkům výbuchu požárních plynů, náhlého vývinu par (hašení provádět pokud možno ze zákrytu, vkleče nebo vleže),

- nevystavovat se exhalacím ze zplodin hoření (hasit po větru, při nedodržení povolených limitů dle hygienické normy, používat dýchací přístroje),
- pokud možno se zbytečně nepohybovat po zasažené uhelné substanci (nebezpečí propadnutí), jestliže je to nutné např. z důvodu přemístění tangenciálních rozprašovačů, nebo injecktážích jehel, je nutné se zajistit proti propadnutí individuálním prostředkem lezecké techniky (bezpečnostní postroj),
- při spouštění vody po napojení injecktážní jehly být v bezpečné vzdálenosti proti náhlému vývinu par nebo výbuchu.

Dodržování ostatních bezpečnostních a technologických předpisů, i jiné platné legislativy a provozní dokumentace je nezbytným předpokladem úspěšného zvládnutí náročných činností, kterými bezpochyby jsou preventivní, ale hlavně represivní práce na endogenních požárech.

9) Závěr

Příručka by měla obsahovat dostatek informací o příčinách, organizaci a způsobech prevence a represe endogenních požárů v lomových provozech, na jejichž základě lze již v počátku samovzněcovacího procesu provádět zásahy, které by zabránily rozšíření samovznícení a rozhoření do stádia požáru. Bude záležet jen na kompetentních zaměstnancích, zda důsledným dodržováním těchto zásad omezí dopady na zdraví, životní prostředí a ekonomice provozu.

9 Závěr

Legislativou daný obvod působnosti HBZS Most, zahrnuje hlavně oblast SHP a jeho lomové provozy. Uvedená práce se zabývá úkoly BZS, ale hlavně hodnotí činnost a její následky, která na tomto ložisku intenzivně hornickou a záchranářskou obec zaměstnávají od nepaměti. Problematika endogenních požárů je značně rozsáhlá. Do dnešního dne dosud nebyl zcela objasněn spouštěcí mechanismus samovzněcovacího procesu. Tyto důvody motivují řadu výzkumných pracovišť k nalezení optimálního řešení dané otázky. Při kompilaci četné odborné literatury řešící danou problematiku (jistě jen zlomek dosud publikovaný informací), se občas nelze ubránit dojmu o dosti protichůdných tvrzeních mnohých autorů. Avšak některé obecné základní teorie související s procesem prevence a represe endogenních požárů se i přes několik desítek let výzkumu a vývoje

nemění. Opakují se v dalších a dalších publikacích, jen se na ně nabaluje mnoho podstatných i nepodstatných názorů a poznatků.

Záměrem této práce nebylo nalezení jediného závěru např. o spouštěcím mechanismu procesu, předcházejícímu endogennímu požáru, procesu samovznícení, ale zhodnocení dostupných poznatků o vlastnostech severočeského hnědého uhlí s ohledem na samovzněcovací proces, jeho pravděpodobnou podstatu, průběh a v neposlední řadě způsoby prevence a represe, které za posledních několik desetiletí byly vymyšleny, zkoušeny, použity, ale hlavně, které jsou opravdu používány i v záchranné praxi. Výstupem je kompilace podkladů pro budoucí zpracování „nové“ příručky, jakési aktualizace obdobných publikací z minulosti.

Lze jen konstatovat, že seznam literatury v práci uvedený, je jen malá část toho, co bylo přečteno a prostudováno.

Již jen několik posledních slov k úkolům BZS, které jsou víceméně dané platnou legislativou. Toto zhodnocení je o jejich pružném přizpůsobení se dynamickým změnám ve společnosti, týkající se hlavně principů fungování tržní ekonomiky. Pro zajištění životaschopnosti BZS, je třeba při dodržení úkolů vyplývajících z legislativy, rozvíjet činnosti i v jiných směrech než je oblast hornické činnosti. Stále větší směřování do komerční oblasti je logickým vyústěním dlouhotrvajícího útlumu hornictví. Využití tohoto jevu se však přímo nabízí. Zahlazování hornické činnosti, odstraňování důlních škod jsou obory, v kterých se dá dobře využít mnohaletých zkušeností, získaných v „těžkém“ báňském provozu, profesních znalostí a dovedností báňských záchranářů a v neposlední řadě i jejich bohatého vybavení.

Seznam obrázků:

Obr. 1	Exogenní požár otevřeného důlního díla v uhelném řezu bývalého povrchového lomu 5.květen v Chabařovicích [archiv HBZS]	- 9 -
Obr. 2	Teploměr GREISINGER [foto autor].....	- 22 -
Obr. 3	Teploměr AGA Thermopoint R80 [foto autor]	- 23 -
Obr. 4	Termovizní kamera THERMACAM E2 [foto autor]	- 24 -
Obr. 5	Izolace otevřeného důlního díla DB 3.2000 [foto archiv HBZS]	- 28 -
Obr. 6	Endogenní požár lom ČSA 12.2000 [foto autor]	- 29 -
Obr. 7	Dusíkové hospodářství dolu Centrum [foto autor]	- 30 -
Obr. 8	Tangenciální rozprašovač [foto autor]	- 32 -
Obr. 9	Odstraňování zapařené substance lom ČSA [foto archiv HBZS]	- 33 -
Obr. 10	Strop důlního díla s částí objektu [foto autor]	- 35 -

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1	Havarijní (speciální havarijní) zásahová činnost [38]	- 7 -
Tabulka č. 2	Nehavarijní (nehavarijní, plánované, komerční) zásahová činnost [38]	- 8 -
Tabulka č. 3	Grahamův index [33]	- 19 -
Tabulka č. 4	Profil vrstvy navážek směrem od terénu do podloží [17]	- 37 -

Seznam grafů:

Graf č. 1	Vývoj zásahové činnosti v letech 1998 – 2008 [38]	- 8 -
-----------	---	-------

Seznam odborné literatury:

1. ADAMUS, Alois.: *Náchylnost slojí OKR k samovznícení*. In Sborník vědeckých prací VŠB-TUO, VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2004.
2. ČACKÁ, Helena. a kol.: *Vliv prvkového složení uhlí HDBS a jejich THF extraktu na nízkoteplotnou oxidaci uhlí*, Sborník přednášek 2. Celostátní konference „Samovolné vzněcování uhlí v teorii a praxi“, Smilovice 1989. Praha: Ústav geologie a geotechniky ČSAV, 1989, 14 s.
3. ERLER, J., HRUBÝ, Vladimír.: *Nové prostředky záchranné techniky díl I.-likvidace zápar a požárů inertizací a inertní pěnou*. 1.vyd.Ústí n. L.: Dům techniky ČSTVTS, 1987, 61 s., 60/887A/87
4. ERLER, Jindřich, HRUBÝ, Vladimír, a kol.: *Nové prostředky záchranné techniky díl II*. 1. vyd. Ústí n. L.: Dům techniky ČSTVTS, 1989, 54 s.
5. FASTER, Petr, MAKARIUS, Roman, POŠTA, Václav a kol.: *Báňské záchranné služby I*. 1.vyd. Ostrava: Montanex a.s., 2000, 485 s.
6. FASTER, Petr, MAKARIUS, Roman, POŠTA, Václav a kol.: *Báňské záchranné služby II*. 1.vyd. Ostrava: Montanex a.s., 2004, 383 s.
7. FUNIOK, Ladislav.: *Historie a současnost mostecké báňské záchranné služby*. 1.vyd. Most: MUS a.s., 2006, 236 s.
8. HAJNÍK, M, JANEK, J.: *Hodnocení samovzněcovacího procesu černého uhlí OKR pomocí plynově – analytických metod s využitím plynové chromatografie*. Sborník přednášek 1. Celostátní konference „Samovolné vzněcování uhlí v teorii a praxi“, Příbram 1986. 1. vyd. Praha: Ústav geologie a geotechniky ČSAV, 1986.
9. HOFBAUER, Ivo: *Zdolávání důlních požárů*, 1.vyd. Praha: SNTL, 1960, 200 s.
10. HRUBÝ, Miloš, TRÝZNA, Pavel, HAUTKE, Přemysl.: *Stanovení hranice oxidačněredukčního a záparového procesu, stanovení indikátorů procesů samovznícení uhlí*, Zpráva: Pracovní podklad k realizačnímu výstupu. Most: VÚHU, 1990, 24 s.
11. HRUBÝ, Vladimír, PAVEL, Jiří.: *Laboratorní výzkum a zkoušky účinnosti nových inhibitorů samovznětlivosti uhelné hmoty*, Závěrečná zpráva. Most: VÚHU, 1966, 12 s.

12. HRUBÝ, Vladimír, SCHICKER, Jiří, STUHLÍK, Rudolf.: *Prevence a likvidace zápar a požárů v povrchovém provozu hnědouhelných dolů*. Pracovní příručka. 1 vyd. Most: VÚHU, 1982, 22 s.
13. JIČÍNSKÝ, Jaroslav: *Úvod do hornictví*, 1. vyd. Praha: Melantrich, 1944, 444 s.
14. KOLEKTIV ODBORNĚ ZPŮSOBILÝCH OSOB V OBORU POŽÁRNÍ OCHRANY MUS: *Skripta požární ochrany pro vybrané zaměstnance Mostecké uhelné společnosti, a. s.* Most: MUS a. s., 1998, 100 s.
15. KUSÝ, Jaroslav: *Posouzení stavu uhelné substance v okolí děkanského kostela z hlediska sklonu k samovznícení*, Expertiza. Most: VÚHU, 1989, 9 s.
16. LANG, I., VODIČKOVÁ, A.: *Oxidačně redukční děje v modelu spontánní oxidace uhlí*, Sborník přednášek 2. Celostátní konference „Samovolné vzněcování uhlí v teorii a praxi“, Smilovice 1989. 1. vyd. Praha: Ústav geologie a geotechniky ČSAV, 1989.
17. *Likvidace záparů v zahrádkářské kolonii na západním břehu vodní nádrže Barbora vk.ú. Oldřichov u Duchova*, Technická pomoc (projekt). Teplice: Báňské projekty Teplice a.s., 7.2008, 9 složek, IC-9-07859
18. MAKARIUS, Roman, HOFBAUER, Ivo. *Zdolávání požárů v hlubinných dolech*. Dr.Vladimír Pešl. 1. vyd. Praha 1 : Nakladatelství technické literatury, 1984., 212 s., ISBN 04-411-84.
19. MEDEK, Jiří., WEISHAUPTOVÁ, Zuzana.: *Kohezní energie jako iniciátor samovolného zvyšování teploty uhlí*. Sborník přednášek 2. Celostátní konference „Samovolné vzněcování uhlí v teorii a praxi“, Smilovice 1989. 1. vyd. Praha: Ústav geologie a geotechniky ČSAV, 1989, 14 s.
20. MOJ, Jaroslav, a kol.: *Laboratorní modelový výzkum k ověření vhodnosti technických parametrů vybraných materiálů ke snížení nebo blokování vzniku a šíření endogenních zápar a požárů ve stařinových polích povrchových dolů*, dílčí zpráva. Most: VÚHU, 1977, 31 s.
21. *Pravidla pro likvidaci ohňů a zápar na Dole Bílina*, Směrnice ředitele DB. Bílina: SD Doly Bílina a.s., 1. 1. 2005.
22. PREČUCH, Daniel.: *Návrh zkušebního ověření těsnících gelů typu RESICAST v provozních podmínkách dolu Kohinoor v Mariánských Radčicích*. Mariánské Radčice: důl Kohinoor, 1998, 3 s.

23. PREČUCH, Daniel.: *Vyhodnocení ověření těsnících gelů typu RESICAST v provozních podmínkách jako prevence utlumování samovzněcovacího procesu uhlí.* Mariánské Radčice: důl Kohinoor, 1998, 3 s.
24. *Projekt prevence samovznícení uhlí dolu Centrum.* Opatření závodního dolu Centrum č. 4/2008, Důl Kohinoor a.s., ze dne 14. 1. 2008, 6 s.
25. SCHICKER, Jiří, SEDLÁČEK, Jiří.: *Odborný posudek stavu závalového pole z hlediska výskytu potenciálních požárů.* Expertiza. Most: VÚHU, 1989, č. 126/89, 11 s.
26. SCHICKER, Jiří.: *Návrh způsobů zamezení vzniku zápar a požárů v oblasti zbytkových pilířů Jezerka,* Závěrečná zpráva. Most: VÚHU, 1987, 23 s.
27. *Služební řád HBZS Most,* schválený ČBÚ Praha Rozhodnutím č. j. 4357/04, ze dne 22.12.2004 a změněný a doplněný Rozhodnutím téhož báňského úřadu č.j.686/06, ze dne 6.3.2006.
28. *Stacionární inertizační jednotka u jámy C II,* Provozní řád. Dolní Jiřetín: Důl Centrum, Kohinoor a.s., 2004, 8 s.
29. STEJSKAL, Václav.: *Vývin oxidu uhelnatého při technologii rozpojování uhlí a při procesu samovznícení hnědého uhlí,* Odborný báňský posudek. Most: VÚHU, 1996, č.145/96, 20 s.
30. STUHLÍK, Rudolf.: *Prevence a likvidace zápar a požárů při postupu uhelné porubní fronty v závalových polích v koncernu SHR,* Diplomová práce. Ostrava, 1987, 46 s.
31. STUHLÍK, Rudolf.: *Způsoby včasného rozpoznání, zabránění nebo omezení projevů oxireaktivity uhlí při pokusném stěnování mocné hnědouhelné sloje na dole Kohinoor k.p.DVÚZ - SHR,* Zpráva: Pracovní podklad k realizačnímu výstupu. Most: VÚHU, 1987, 21 s., 157/87
32. ŠAFÁŘOVÁ, M a kol.: *Získání poznatků o dějích v požářišti hnědouhelných slojí,* Technická zpráva. Most: VÚHU, 2003, AZL 147/2003
33. ŠANCER, Jindřich.: *Vývoj metod hodnocení indikačních plynů samovznícení uhelné hmoty v zahraničí.* Časopis „Uhlí a rudy“, č.5/2004, 7 s.
34. ŠEBOR, Gustav, HOFBAUER, Ivo.: *Chemické způsoby předcházení a zdolávání důlních požárů.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1960, 128 s.

35. TARABA, B.(2003) : *Nízkoteplotní oxidace a samovzněcování uhelné hmoty*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 2003, 112 s., ISBN 80-7042-832-5
36. VĚŽNÍKOVÁ, H. a kol.: *Hodnocení účinnosti inhibitorů na proces samovznícení*, Sborník přednášek 2. Celostátní konference „Samovolné vzněcování uhlí v teorii a praxi“, Smilovice, 1. vyd. Praha: Ústav geologie a geotechniky ČSAV, 1989, 6 s.
37. Vyhláška ČBU č. 447/2001 Sb., *o báňské záchranné službě*.
38. *Výroční zpráva za rok 2008 HBZS Most*. Most: LU a.s., 2009, 22 s.
39. *Zmáhání ohňů a likvidace zápar na pracovištích provozu skrývka*, TP č.70/2005. Tušimice: SD a.s, DNT, 1. 8. 2005, 10 s.
40. *Zmáhání zápar a důlních požárů na uhelných a smíšených skrývkových řezech, výsypkách a uhelných skládkách*. TP č. 32. Most: MUS, 30. 8. 2007, 11 s.
41. *Zmáhání zápar a ohňů*, TP č.2/2005, Provoz Lom. Tušimice: SD, DNT a. s., 15. 6. 2005, 10 s.
42. *Historie báňské záchranné služby*, [online]. OKD, HBZS, a.s., Dostupné na WWW: <http://www.hbzs-ov.cz/historie.htm>, 2002